



TUGAS AKHIR - SS141501

**PEMODELAN HARGA SAHAM MENGGUNAKAN
MODEL *MIXTURE AUTOREGRESSIVE***

**DWILAKSANA ABDULLAH RASYID
NRP 06211440000067**

**Dosen Pembimbing
Dr. Irhamah, S.Si, M.Si
Pratnya Paramitha O., S.Si, M.Si**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**



TUGAS AKHIR - SS141501

**PEMODELAN HARGA SAHAM MENGGUNAKAN
MODEL *MIXTURE AUTOREGRESSIVE***

**DWILAKSANA ABDULLAH RASYID
NRP 06211440000067**

**Dosen Pembimbing
Dr. Irhamah, S.Si, M.Si
Pratnya Paramitha O., S.Si, M.Si**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



FINAL PROJECT - SS 141501

MODELING STOCK PRICES USING MIXTURE AUTOREGRESSIVE MODEL

**DWILAKSANA ABDULLAH RASYID
SN 06211440000067**

**Supervisor
Dr. Irhamah, S.Si, M.Si
Pratnya Paramitha O., S.Si, M.Si**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS, COMPUTING, AND DATA SCIENCE
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2018**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

PEMODELAN HARGA SAHAM MENGGUNAKAN MODEL *MIXTURE AUTOREGRESSIVE*

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada

Program Studi Sarjana Departemen Statistika
Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Dwilaksana Abdullah Rasyid

NRP. 062114 4000 0067

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

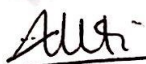
Dr. Irhamah, S.Si., M.Si.

NIP. 19780406 200112 2 002

()

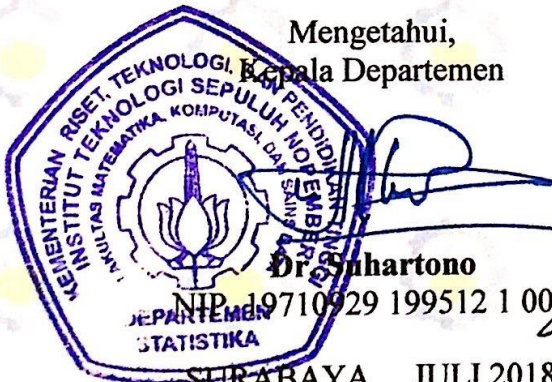
Pratnya Paramitha O, S.Si., M.Si.

NIP. 1300201405001

()

Mengetahui,

Kepala Departemen



Dr. Suhartono

NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

PEMODELAN HARGA SAHAM MENGGUNAKAN MODEL MIXTURE AUTOREGRESSIVE

Nama Mahasiswa : Dwilaksana Abdullah Rasyid
NRP : 0621440000067
Departemen : Statistika
Dosen Pembimbing : Dr. Irhamah, S.Si, M.Si
 Pratnya Paramitha O., S.Si, M.Si

Abstrak

Telekomunikasi telah menjadi kebutuhan bagi masyarakat luas yang tidak dapat dihindari. Berkembangnya pengguna teknologi komunikasi di Indonesia mengakibatkan perkembangan teknologi informasi mampu menggeser media komunikasi dari kebutuhan sekunder atau tersier menjadi kebutuhan primer. Meningkatnya kebutuhan komunikasi dimasyarakat membuat saham dibidang telekomunikasi termasuk saham dengan kapitalisasi terbesar. Hal tersebut membuat masyarakat untuk berinvestasi pada perusahaan telekomunikasi. Harga saham terkadang ditutup dengan harga sangat tinggi atau sangat rendah. Fluktuasi penutupan harga saham yang tinggi berakibat pada perilaku harga saham untuk periode selanjutnya dan muncul dugaan adanya multimodal. Seringkali dalam memodelkan suatu time series mengalami kesulitan disebabkan data multimodal. Penelitian ini bertujuan untuk memperkenalkan pemodelan time series dengan menggunakan model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dan Mixture Autoregressive (MAR). Untuk mengaplikasikan penelitian ini penulis menggunakan data penutupan harga saham pada beberapa perusahaan yang sejenis yaitu perusahaan yang bergerak pada bidang telekomunikasi. Hasil yang diperoleh adalah model MAR pada ketiga perusahaan lebih baik jika dibandingkan dengan model ARIMA.

Kata Kunci : *Autoregressive Integrated Moving Average, Mixture Autoregressive, Harga Saham, Telekomunikasi*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

MODELING STOCK PRICES USING MIXTURE AUTOREGRESSIVE MODEL

Name : Dwilaksana Abdullah Rasyid
Student Number : 06211440000067
Department : Statistics
Supervisor : Dr. Irhamah, S.Si, M.Si
Pratnya Paramitha O., S.Si, M.Si

Abstract

Telecommunication has been being a need for wide community that can not be avoided. The development of communication technology users in Indonesia causes movement of development of information technology from a secondary or tertiary need to be a primary need. The increase of needs of communication in the community make telecom stocks being the largest capital stocks. So that makes community should invest in communication factory. The price of the stock closed somehow with high prices or low prices. Closed fluctuation of high price stocks cause behaviour of stock prices for next period and emerge a multimodal. Frequently its hard to perform modelling a time series model because of multimodal. the purpose of this research is to introduce time series model using Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) and Mixture Autoregressive (MAR). To apply this research, writer is using closed stock price in some similiar factories, that is communication factory. The result obtained is the MAR model in the three companies is better when compared with ARIMA model.

Keywords: *Autoregressive Integrated Moving Average, Mixture Autoregressive, Stock Prices, Telecommunication*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas rahmat dan hidayah yang diberikan Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Pemodelan Harga Saham Menggunakan Model Mixture Autoregressive (MAR)”** dengan lancar.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini dapat terselesaikan tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. Irhamah, S.Si, M.Si dan Pratnya Paramitha O., S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu dan dengan sangat sabar memberikan bimbingan, saran, dukungan serta motivasi selama penyusunan Tugas Akhir.
2. Dra. Wiwiek Setya Winahju, M.S. dan Dr. Dra Kartika Fithriarsari, M.Si. selaku dosen penguji yang telah banyak memberi masukan kepada penulis.
3. Dr. Sutikno, M.Si. selaku Ketua Program Studi Sarjana yang telah memberikan fasilitas, sarana, dan prasarana.
4. Dr. Ir. Setiawan, M.S. selaku dosen wali yang telah banyak memberikan saran dan arahan dalam proses belajar di Departemen Statistika.
5. Kedua orang tua, atas segala do'a, nasehat, kasih sayang, dan dukungan yang diberikan kepada penulis demi kesuksesan dan kebahagiaan penulis.
6. Teman-teman Statistika ITS angkatan 2014, Respect, yang selalu memberikan dukungan kepada penulis selama ini.
7. Teman-teman seperjuangan TA, khususnya teman-teman yang berada di lab komputasi yang selama ini telah berjuang bersama dan saling memberikan semangat.
8. Pak Djayadi yang telah melakukan penelitian MAR sehingga dapat memberi sedikit pencerahan kepada penulis.

9. Semua pihak yang telah berkontribusi membuat package uGMAR beserta paper pendukungnya yang telah memberi pencerahan kepada penulis.

10. Semua pihak yang turut membantu dalam pelaksanaan Tugas Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Besar harapan penulis untuk mendapatkan kritik dan saran yang membangun sehingga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang terkait.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
COVER PAGE	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK	7ii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	13
DAFTAR GAMBAR	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR TABEL.....	xx
DAFTAR LAMPIRAN ...	Error! Bookmark not defined.ii
DAFTAR NOTASI.....	xxiv
BAB I PENDAHULUAN	23
1.1 Latar	
Belakang.....	23
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4	
Manfaat.....	2
6	
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Time Series Analysis</i>	5
2.1.1 Uji Stasioneritas.....	5
2.1.2 Autocorrelation Funtion (ACF).....	6
2.1.3 Partial Autocorrelation Function (PACF).....	7
2.2 Autoregressive Integrated Moving Average	
(ARIMA).....	8
2.2.1 Identifikasi.....	10
2.2.2 Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi	
Parameter.....	11
2.2.3 Cek Diagnosa	12
2.3 Uji Nonlinearitas Terasvirta.....	13
2.4 Distribusi Mixture.....	14

2.5 <i>Mixture Autoregressive (MAR)</i>	15
2.5.1 Penaksiran Parameter.....	16
2.5.2 Algoritma EM.....	18
2.6 Optimasi <i>Genetic Algorithm</i>	19
2.6.1 Kromosom.....	20
2.6.2 Elitisme.....	21
2.6.3 Fungsi <i>Fitness</i>	21
2.6.4 <i>Roulette Wheel Selection Method</i>	22
2.6.5 Crossover atau Pindah Silang.....	22
2.6.6 Penggantian Populasi.....	22
2.7 Kriteria Pemilihan Model.....	23
2.7.1 <i>Mean Square Error</i>	23
2.7.2 <i>Akaike Information Criterion</i>	23
2.7.3 <i>Bayesian Information Criterion</i>	24
2.8 Profil Perusahaan Telekomunikasi.....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Sumber Data.....	27
3.2 Variabel Penelitian.....	27
3.3 Struktur Data.....	27
3.4 Langkah Analisis.....	28
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	333
4.1 Statistika Deskriptif.....	33
4.2 Pemodelan Saham dengan Metode ARIMA.....	34
4.2.1 Model Harga Saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk.....	34
4.2.2 Model Harga Saham PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk.....	37
4.2.3 Model Harga Saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk.....	39
4.3 Pemodelan Harga Saham dengan Metode MAR.....	42
4.3.1 Model Harga Saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk.....	44
4.3.2 Model Harga Saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk.....	46

4.3.3 Model Harga Saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk.....	48
4.4 Perbandingan Model ARIMA dan MAR.....	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN.....	57
BIODATA PENULIS.....	63

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.2 <i>Marginal plot</i> data harga tutup saham PT. Telekomunikasi Indonesia, PT. Indosat dan PT. Excelkomindo.....	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah Analisis.....	30
Gambar 3.2 Diagram Alir Langkah Analisis (Lanjutan)	31
Gambar 4.1 <i>Time Series Plot</i> Data Harga Saham (i) PT. Excelcomindo Pratama Tbk. (ii) PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk. (iii) PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk.....	33
Gambar 4.2 <i>Plot</i> ACF dan PACF Harga saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk	35
Gambar 4.3 <i>Plot</i> ACF dan PACF harga saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk setelah <i>Differencing</i>	36
Gambar 4.4 <i>Plot</i> ACF dan PACF Harga Saham PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk.....	37
Gambar 4.5 <i>Plot</i> ACF dan PACF harga saham PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk setelah <i>Differencing</i>	38
Gambar 4.6 <i>Plot</i> ACF dan PACF Harga saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk	40
Gambar 4.7 <i>Plot</i> ACF dan PACF harga saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk <i>Differencing</i>	41
Gambar 4.8 <i>Marginal Plot</i> Transformasi Data Harga Tutup Saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk.....	43
Gambar 4.9 <i>Marginal Plot</i> Differencing Data Harga Tutup Saham PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk.....	43

Gambar 4.10	<i>Marginal Plot</i> Differencing Data Harga Tutup Saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk.....	43
Gambar 4.11	Ramalan Harga Saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk.....	51
Gambar 4.12	Ramalan Harga Saham PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk.....	52
Gambar 4.13	Ramalan Harga Saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk.....	52

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Transformasi Box-Cox.....	6
Tabel 2.2 Penentuan Operator untuk Model Non-Musiman	10
Tabel 2.3 Penentuan Operator untuk Model Non-Musiman (Lanjutan).....	11
Tabel 3.1 Variabel Penelitian.....	27
Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian.....	28
Tabel 4.1 Karakteristik Data Harga Saham Ketiga Perusahaan (Rupiah).....	34
Tabel 4.2 Nilai Lambda Transformasi Box-Cox PT. Excelcomindo Pratama Tbk.	35
Tabel 4.3 Signifikansi Parameter ARIMA([5],1,0) harga saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk.....	36
Tabel 4.4 Pengujian White Noise pada Residual Model ARIMA([5],1,0) PT. Excelcomindo Pratama Tbk .	37
Tabel 4.5 Nilai Lambda Transformasi Box-Cox PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk	38
Tabel 4.6 Signifikansi Parameter ARIMA([3,4],1,[4]) PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk.....	39
Tabel 4.7 Pengujian White Noise pada Residual Model ARIMA([3,4],1,[4]) PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk.....	39
Tabel 4.8 Nilai Lambda Transformasi Box-Cox PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk	40
Tabel 4.9 Signifikansi Parameter ARIMA(2,1,[2]) PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk.	41
Tabel 4.10 Pengujian White Noise pada Residual Model ARIMA(2,1,[2]).....	46
Tabel 4.11 Hasil Estimasi Model StMAR PT. Excelcomindo Pratama Tbk.....	44

Tabel 4.12 Hasil Estimasi Model StMAR PT. Excelcomindo Pratama Tbk (Lanjutan)	45
Tabel 4.13 Hasil Estimasi Model StMAR saham PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk	47
Tabel 4.14 Hasil Estimasi Model StMAR saham PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk	48
Tabel 4.15 Hasil Estimasi Model StMAR saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk	49
Tabel 4.16 Perbandingan MSE, AIC dan BIC pada Metode ARIMA dan MAR	50

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Syntax SAS Metode ARIMA.....	55
Lampiran 2. Syntax R Metode Student T MAR.....	58
Lampiran 3. Output StMAR(2;1,1) PT. Excelcomindo Pratama Tbk.....	59
Lampiran 4. Output StMAR(2;3,3) PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk.....	60
Lampiran 6. Output StMAR(2;3,3) PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk.....	62

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Telekomunikasi telah menjadi kebutuhan bagi masyarakat luas yang tidak dapat dihindari. Berkembangnya pengguna teknologi komunikasi di Indonesia mengakibatkan perkembangan teknologi informasi mampu menggeser media komunikasi dari kebutuhan sekunder atau tersier menjadi kebutuhan primer, dimana dulu telepon seluler menjadi barang mewah bagi kelas menengah ke atas. Saat ini hampir seluruh elemen kelas masyarakat telah memiliki telepon seluler sebagai bagian dari kebutuhan dan gaya hidup. Meningkatnya kebutuhan komunikasi dimasyarakat membuat saham dibidang telekomunikasi termasuk saham dengan kapitalisasi terbesar. Hal tersebut membuat masyarakat untuk berinvestasi pada perusahaan telekomunikasi.

Saham merupakan salah satu instrumen keuangan jangka panjang yang diperdagangkan di pasar modal Indonesia. Saham dapat didefinisikan sebagai tanda penyertaan atau pemilihan seseorang atau badan usaha dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas (Darmadji, Tjiptono, & Fakhruddin, 2001). Selembar kertas yang berisi mengenai bukti kepemilikan atas perusahaan yang menerbitkan surat berharga tersebut merupakan wujud dari saham. Posisi permintaan dan penawaran atas saham yang ada di pasar modal Indonesia, membuat saham memiliki harga untuk diperjualbelikan. Semakin tinggi tingkat permintaan dan penawaran terhadap lembar saham, maka harga saham pun akan tinggi dan juga sebaliknya.

Peramalan merupakan suatu kegiatan yang bertujuan untuk memperkirakan kejadian yang akan terjadi pada masa yang akan datang, berdasarkan kejadian-kejadian di masa lampau. Metode peramalan telah banyak dikembangkan dalam analisis *time series* linier. Metode-metode tersebut sebagian besar dikembangkan

berdasarkan asumsi residual berdistribusi Normal. Dengan demikian, *marginal* dan *conditional* distribusinya harus berdistribusi Normal. Salah satu metode peramalan yang menerapkan asumsi tersebut adalah *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) Box's Jenkins. ARIMA Box's Jenkins adalah suatu metode yang sangat tepat untuk mengatasi kerumitan deret waktu dan situasi peramalan lainnya.

Suatu *series* tidak selamanya hanya mempunyai satu distribusi, kemungkinannya lebih dari satu atau distribusi *mixture* sehingga hal ini lebih mempersulit dalam menganalisis *time series*. Sehubungan dengan hal tersebut beberapa peneliti juga telah mencoba membuat tulisan yang berhubungan dengan distribusi *mixture*. Le dkk (1996) memperkenalkan model *Gaussian Mixture Transition Distribution* (GMTD) atau Distribusi Transisi Mixture Gaussian. Wong dan Li (2000) mengembangkan model GMTD untuk menganalisis *time series* dan menyarankan model *Mixture Autoregressive* (MAR) untuk menangkap fenomena multi-modal. Selanjutnya Lanne dan Saikkonen (2005) membuat model MAR tersendiri yang dihasilkan dari pengembangan model *Threshold Autoregressive* (TAR) dengan menambahkan *random error* pada parameter *threshold*.

Model MAR terdiri dari gabungan K gaussian AR. Sifat stasioner dan *Autocorrelation Function* (ACF) sangat mudah diturunkan. Wong dan Li (2000) menggunakan algoritma *Expectation Maximization* (EM) untuk mengestimasi parameter. Perubahan fitur *conditional distributions* membuat model ini mampu memodelkan *time series* dengan distribusi bersyarat multimodal dan dengan heteroskedastisitas. Model yang diterapkan untuk dua set data riil dan dibandingkan dengan model alternatif lainnya. Model MAR mampu menangkap fitur data yang lebih baik model alternatif lainnya.

Penelitian mengenai harga saham pernah dilakukan oleh Jayadi (2008) dan Brina (2017). Penelitian harga saham oleh Jayadi (2008) menggunakan metode *Mixture Autoregressive Panel*

(MARP) menggunakan EM untuk metode estimasinya. Analisis tersebut diimplementasikan pada tiga perusahaan telekomunikasi. Penelitian tersebut dilakukan dengan tujuan untuk memperkenalkan pemodelan *time series* berbentuk panel dengan menggunakan model MARP. Namun pada penelitian Jayadi (2008) penggabungan data menjadi data panel tidak berpengaruh terhadap kenaikan ukuran kriteria pemilihan model karena proporsi setiap komponen *mixture* dianggap sama. Penelitian oleh Brina (2017) dilakukan untuk menganalisis resiko investasi saham syariah menggunakan *Value at Risk* (VaR) dengan pendekatan bayesian *Mixture Laplace Autoregressive* (MLAR) pada perusahaan dengan kapitalisasi terbesar yang tergabung pada *Jakarta Islamic Index* (JII).

Berdasarkan uraian diatas, pada penelitian tugas akhir ini akan dilakukan analisis pergerakan saham dengan menggunakan harga penutupan saham dari perusahaan yang sejenis yaitu perusahaan yang bergerak pada bidang telekomunikasi. Penulis memilih tiga perusahaan dengan volume penjualan saham terbesar pada tahun 2017 yaitu PT. Telekomunikasi Indonesia, PT. Indosat dan PT. Excelkomindo. Metode yang akan digunakan adalah MAR dengan metode estimasi parameter menggunakan algoritma EM yang dibandingkan dengan beberapa komponen *mixture* pada metode MAR dan dengan metode ARIMA

1.2 Rumusan Masalah

Pada data penutupan harga saham terkadang ditutup dengan harga sangat tinggi atau sangat rendah. Fluktuasi penutupan harga saham yang tinggi berakibat pada perilaku harga saham untuk periode selanjutnya, sehingga dalam peramalan kasus tersebut harus menggunakan metode yang dapat menangkap fenomena multi-modal yang disebabkan oleh fluktuasi penutupan harga saham yang tinggi. Dari permasalahan tersebut maka rumusan masalah yang dapat diambil adalah bagaimana pemodelan ARIMA dan pemodelan MAR pada data harga penutupan 3 perusahaan dengan volume penjualan saham terbesar pada tahun 2017 saham

PT. Telekomunikasi Indonesia, PT. Indosat dan PT. Excelkomindo.

4.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengaplikasikan model ARIMA pada data harga penutupan saham PT. Telekomunikasi Indonesia, PT. Indosat dan PT. Excelkomindo.
2. Mengaplikasikan model MAR pada data harga penutupan saham PT. Telekomunikasi Indonesia, PT. Indosat dan PT. Excelkomindo.
3. Mendapatkan keputusan menjual atau membeli saham pada pemegang saham ditiga perusahaan.

1.4 Manfaat

Berdasarkan tujuan yang ingin dicapai, adapun manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan tambahan informasi mengenai inferensi statistik pada model *Mixture Autoregressive*.
2. Memberikan tambahan informasi kepada investor yang ingin menanam saham khususnya pada perusahaan yang digunakan sebagai sampel

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan untuk memfokuskan permasalahan yang akan diselesaikan. Berikut adalah beberapa batasan masalah yang digunakan digunakan dalam penelitian ini

1. Penggunaan data hanya pada 3 perusahaan telekomunikasi terbesar di Indonesia yaitu PT. Telekomunikasi Indonesia, PT. Indosat dan PT. Excelkomindo.
2. Penentuan komponen *mixture* maksimum 3 komponen agar model MAR yang terbentuk lebih parsimoni.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka ini membahas mengenai *time series analysis*, ACF dan PACF, ARIMA, pengujian linieritas, *Mixture Autoregressive* (MAR), algoritma EM, kriteria pemilihan model dan uraian singkat perusahaan telekomunikasi yang terpilih menjadi sampel.

2.1 *Time series analysis*

Time series adalah pengamatan yang berdasarkan urutan waktu ke waktu dengan interval yang sama atau data penelitian yang digunakan terpaut oleh waktu, sehingga terdapat korelasi antara kejadian saat ini dengan data satu periode sebelumnya. Penerapan metode *time series* dalam berbagai bidang diantaranya bidang ekonomi, bisnis, pertanian, kesehatan, teknik, meteorologi, *quality control*, dan penelitian sosial. Dalam bidang bisnis dan ekonomi *time series* dapat diterapkan dalam mengamati penjualan, suku bunga, harga saham, indeks harga bulanan, dan pendapatan pertahun (Wei, 2006). Tujuan dari analisis *time series* adalah untuk memodelkan suatu proses stokastik dari suatu deret yang diamati dan untuk memprediksi atau meramalkan nilai masa depan berdasarkan kejadian sebelumnya maupun faktor-faktor yang berpengaruh terhadap data.

2.1.1 Uji Stasioneritas

Asumsi yang harus dipenuhi pada analisis data menggunakan metode *time series* adalah data yang sudah stasioner baik dalam *mean* maupun *varians*. Data yang tidak stasioner dalam *varians* perlu dilakukan transformasi agar *varians* yang awalnya tidak konstan menjadi konstan. Transformasi yang sering digunakan adalah transformasi *Box-Cox* dengan perumusan sebagai berikut:

$$T(Z_t) = \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda} \quad . \quad (2.1)$$

Bentuk transformasi yang dihasilkan dari persamaan (2.1) akan berbeda-beda bergantung pada nilai λ yang digunakan. Notasi λ melambangkan parameter untuk transformasi. Setiap nilai λ mempunyai rumus transformasi yang berbeda. Transformasi dilakukan jika belum diperoleh nilai $\lambda = 1$ atau $\lambda > 1$ (dengan batas atas (*upper limit*) dan batas atas (*lower limit*) melewati angka 1) yang artinya data sudah stasioner dalam varians dan dapat dilakukan analisis *time series*. Berikut adalah nilai-nilai λ beserta besar transformasinya.

Tabel 2.1 Transformasi *Box-Cox*

λ	Transformasi
-1.0	$1/Z_t$
-0.5	$1/\sqrt{Z_t}$
0.0	$\ln Z_t$
0.5	$\sqrt{Z_t}$
1.0	Z_t (Tidak ditransformasi)

Data dikatakan stasioner dalam *mean* bila berfluktuasi di sekitar garis sejajar dengan sumbu waktu (t) atau disekitar suatu nilai *mean* yang konstan. Jika data (Z_t) yang tidak stasioner dalam *mean* perlu dilakukan proses pembedaan (*differencing*) $(1 - B)^d Z_t$ untuk $d \geq 1$ sehingga data menjadi stasioner dalam *mean* (Wei, 2006).

2.1.2 Autocorrelation Function (ACF)

Autocorrelation Function (ACF) adalah fungsi yang mempresentasikan korelasi antara Z_t dengan Z_{t+k} dalam suatu data *time series*. Persamaan yang digunakan untuk menggambarkan ACF dapat dituliskan sebagai berikut (Wei, 2006):

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z})^2}, \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (2.2)$$

dimana $\bar{Z} = \sum_{t=1}^n \frac{Z_t}{n}$ merupakan nilai rata-rata dari data *time series* yang digunakan. Dengan batas untuk nilai autokorelasi adalah sebagai berikut:

$$\hat{\rho}_k \pm t_{\alpha/2, df}(se(\hat{\rho}_k)) \quad (2.3)$$

dengan nilai standar error :

$$se(\hat{\rho}_k) = \sqrt{\frac{1}{n}(1 + 2\hat{\rho}_1^2 + \dots + 2\hat{\rho}_{m-1}^2)}, m = k-1 \quad (2.4)$$

2.1.3 Partial Autocorrelation Function (PACF)

Partial Autocorrelation Function (PACF) adalah suatu fungsi yang digunakan untuk mengetahui nilai korelasi antara Z_t dan Z_{t+k} setelah pengaruh dari variabel $Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k-1}$ dihilangkan. Koefisien ini disebut dengan *Partial Autocorrelation Function* pada lag ke- k dan didefinisikan dengan ϕ_{kk} . Jika Z_t merupakan data *time series* berdistribusi normal maka,

$$\phi_{kk} = \text{corr}(Z_t, Z_{t+k} | Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k-1}) \quad (2.5)$$

Metode umum dalam menentukan fungsi autokorelasi parsial untuk setiap proses stasioner dengan fungsi autokorelasi ρ_k adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \phi_{k1} + \rho_1 \phi_{k2} + \rho_2 \phi_{k3} + \dots + \rho_{k-1} \phi_{kk} &= \rho_1 \\ \rho_1 \phi_{k1} + \phi_{k2} + \rho_1 \phi_{k3} + \dots + \rho_{k-2} \phi_{kk} &= \rho_2 \\ &\vdots \\ \rho_{k-1} \phi_{k1} + \rho_{k-1} \phi_{k2} + \rho_{k-3} \phi_{k3} + \dots + \phi_{kk} &= \rho_k \end{aligned} \quad (2.6)$$

Levinson (1947) dan Durbin (1960) dalam (Cryer & Chan, 2008) memberikan metode yang efisien untuk solusi persamaan (2.5), mereka menunjukkan bahwa secara independen persamaman

(2.6) dapat diselesaikan secara rekursif dengan persamaan sebagai berikut (Wei, 2006):

$$\hat{\phi}_{k+1,k+1} = \frac{\hat{\rho}_{k+1} - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{kj} \hat{\rho}_{k+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{kj} \hat{\rho}_j} \quad (2.7)$$

batas untuk nilai autokorelasi parsial adalah sebagai berikut.

$$\pm t_{\alpha/2, df}(se(\hat{\phi}_{kk})) \quad (2.8)$$

dengan nilai standar error :

$$se(\hat{\phi}_{kk}) = \sqrt{\frac{1}{n}}. \quad (2.9)$$

2.2 Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Model ARIMA merupakan gabungan antara model *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA) dengan sebuah proses *differencing*. Model ARIMA (p, d, q) yang dikenalkan Box dan Jenkins atau biasa disebut ARIMA *Box-Jenkins* dengan p sebagai orde operator AR, d merupakan orde *differencing*, dan q sebagai orde operator MA. Model ini digunakan untuk data *time series non* stasioner atau stasioner setelah *differencing* orde d atau telah stasioner dalam *mean*, dimana d adalah banyaknya hasil *differencing*, bentuk persamaan untuk model ARIMA adalah sebagai berikut:

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_0 + \theta_q(B) a_t \quad (2.10)$$

dengan

θ_0 = koefisien tren deterministik

a_t = nilai residual pada saat t

$\phi_p(B)$ = koefisien AR non musiman dengan derajat p

$\phi_q(B)$ = koefisien MA non musiman dengan derajat q .

P = orde *Autoregressive*

d = orde *differencing*

q = orde *Moving Average*

Apabila dalam suatu data *time series* mengandung pola musiman, maka peralaman dapat dilakukan dengan model seasonal ARIMA atau ARIMA musiman. Model ARIMA musiman dinotasikan dengan ARIMA $(p, d, q)(P, D, Q)^s$. Bentuk fungsi persamaan model ARIMA musiman adalah sebagai berikut:

$$\Phi_p(B^s)\phi_p(B)(1-B)^d(1-B^s)^D\dot{Z}_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)a_t \quad (2.11)$$

Model ARIMA Box-Jenkins dapat dibagi menjadi beberapa kelompok model yaitu model *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA), *Autoregressive Moving Average* (ARMA) dan model campuran *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) (Wei, 2006). Dalam pembentukan model ARIMA, terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan, yakni identifikasi, estimasi parameter, dan cek diagnosa. Model dari ARIMA Box-Jenkins terdiri dari beberapa model selain *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dan *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA Musiman) yaitu *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA) dan *Autoregressive Moving Average* (ARMA) sebagai berikut:

a. Model *Autoregressive* (AR)

Model *autoregressive* (AR) merepresentasikan sebuah proses Z_t yang berhubungan dengan nilai Z pada waktu t sebelumnya Z_{t-k} ditambah sebuah nilai residual a_t yang dituliskan sebagai berikut:

$$\dot{Z}_t = \phi_1\dot{Z}_{t-1} + \phi_2\dot{Z}_{t-2} + \dots + \phi_p\dot{Z}_{t-p} + a_t \quad (2.12)$$

dengan

$$\dot{Z}_t = Z_t - \mu$$

ϕ_p = parameter *autoregressive* ke- p

a_t = residual ke- t .

b. Model Moving Average (MA)

Moving Average (MA) merepresentasikan sebuah proses Z_t dengan nilai residual a_t pada waktu t sebelumnya yang dituliskan sebagai berikut:

$$\dot{Z}_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (2.13)$$

dengan

$$\dot{Z}_t = Z_t - \mu$$

θ_p = parameter *moving average* ke- q

a_t = residual ke- t .

c. Model Autoregressive Moving Average (ARMA)

Autoregressive Moving Average (ARMA) merupakan kombinasi antara AR dan MA yang dituliskan sebagai berikut:

$$\dot{Z}_t = \phi_1 \dot{Z}_{t-1} + \dots + \phi_p \dot{Z}_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_p a_{t-q}. \quad (2.14)$$

2.2.1 Identifikasi

Pada tahap identifikasi akan dilihat pola *time series plot*, uji stasioneritas data dalam *mean* maupun varians dan identifikasi plot ACF serta PACF. Data yang digunakan dalam pembentukan model ARIMA harus memenuhi asumsi stasioneritas dalam *mean* dan varians (Wei, 2006).

Setelah data memenuhi asumsi stasioneritas dalam *mean* dan varians, tahapan selanjutnya adalah menentukan orde ARMA berdasarkan karakteristik plot ACF dan PACF yang ditunjukkan pada Tabel 2.2 dan Tabel 2.3 sebagai berikut (Bowerman & O'Connell, 1993):

Tabel 2.2 Penentuan Operator untuk Model Non-Musiman

Model	ACF	PACF
AR (p)	Turun cepat secara eksponensial atau sinusoidal (<i>Dies Down</i>)	<i>Cut off</i> setelah lag p (terputus setelah lag p)

Tabel 2.3 Penentuan Operator untuk Model Non-Musiman
(Lanjutan)

Model	ACF	PACF
MA (q)	<i>Cut off</i> setelah lag q (terputus setelah lag q)	Turun cepat secara eksponensial atau sinusoidal (<i>Dies Down</i>)
ARMA (p, q)	Turun cepat setelah lag ($q - p$) (<i>Dies Down after lag</i> ($q - p$))	Turun cepat setelah lag ($q - p$) (<i>Dies Down after lag</i> ($q - p$))
AR (p) atau MA (q)	<i>Cut off</i> setelah lag q	<i>Cut off</i> setelah lag p

2.2.2 Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter

Tahap estimasi parameter bertujuan untuk memperoleh nilai dari setiap parameter dalam model ARIMA. Estimasi parameter dari model dugaan dapat dilakukan menggunakan Metode *Momen* (MM) atau *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dengan memaksimumkan fungsi likelihoodnya kemudian turunan pertama setiap parameter yang ingin dicari disama dengankan dengan nol (Wei, 2006).

Setelah diperoleh nilai estimasi dari parameter-parameter model ARIMA, tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian signifikansi parameter yang diperoleh. Hipotesis yang digunakan untuk melakukan pengujian signifikansi parameter model *Autoregressive* (AR) adalah sebagai berikut:

$$H_0: \phi_j = 0,$$

$$H_1: \phi_j \neq 0.$$

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\phi}_j}{SE(\hat{\phi}_j)} \quad (2.15)$$

dengan $SE(\hat{\phi}_j)$ merupakan *standard error* dari estimasi parameter model AR. Tolak H_0 jika nilai statistik uji ($|t_{hitung}| > t_{\frac{\alpha}{2},(n-n_p)}$), dengan n merupakan banyaknya pengamatan dan n_p merupakan banyaknya parameter yang diestimasi. Hipotesis yang digunakan untuk melakukan pengujian signifikansi parameter model *Moving Average* (MA) adalah sebagai berikut:

$H_0: \theta_j = 0$,

$H_1: \theta_j \neq 0$.

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\theta}_j}{SE(\hat{\theta}_j)} \quad (2.16)$$

dengan $SE(\hat{\theta}_j)$ merupakan *standard error* dari estimasi parameter model MA. Tolak H_0 jika nilai statistik uji ($|t_{hitung}| > t_{\alpha/2,(n-n_q)}$), dengan n merupakan banyaknya pengamatan dan n_q merupakan banyaknya parameter yang diestimasi.

2.2.3 Cek Diagnosa

Model ARIMA harus memenuhi asumsi *white noise* (residual bersifat identik dan independen) dan berdistribusi normal. Untuk melakukan pengujian asumsi *white noise* dapat dilakukan dengan menggunakan pengujian *Ljung-Box*. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan autokorelasi dari residual sampel (Wei, 2006). Hipotesis yang digunakan dalam uji *Ljung-Box* adalah sebagai berikut:

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$ (residual independen)

$H_1 : \text{minimal ada satu nilai } \rho_k \neq 0 \text{ dengan } k = 1, 2, \dots, C$
(residual dependen).

Statistik uji yang digunakan adalah Q dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^c \frac{\hat{\rho}_k^2}{n-k} \quad (2.17)$$

Tolak H_0 jika $Q > X^2_{(c-p-q, \alpha)}$, dengan nilai p adalah banyaknya parameter AR pada model, q adalah banyaknya parameter MA pada model, n adalah banyaknya pengamatan, dan α adalah taraf signifikansi yang digunakan.

Pengujian distribusi normal untuk residual dapat dilakukan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dengan hipotesis yang digunakan sebagai berikut (Daniel, 1989):

$H_0 : F(a_t) = F_0(a_t)$ (Residual mengikuti distribusi normal),
 $H_1 : F(a_t) \neq F_0(a_t)$ (Residual tidak mengikuti distribusi normal).

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$D = \sup |\hat{F}(a_t) - \hat{F}_0(a_t)| \quad (2.18)$$

dengan

$\hat{F}(a_t) =$ fungsi distribusi frekuensi kumulatif residual,

$\hat{F}_0(a_t) =$ fungsi distribusi frekuensi kumulatif distribusi normal,

$\sup =$ nilai maksimum dari $\hat{F}(a_t) - \hat{F}_0(a_t)$.

Tolak H_0 jika nilai D lebih besar dari nilai tabel Kolmogorov-Smirnov yaitu $d_{n, \alpha}$ dengan n adalah banyaknya pengamatan dan α adalah taraf signifikansi yang digunakan.

2.3 Uji Nonlinearitas Terasvirta

Uji nonlinearitas terasvirta dilakukan untuk mengetahui apakah suatu data mengikuti pola linear atau nonlinear. Uji terasvirta menggunakan uji F dan terdapat suku kuadrat hasil dari ekspansi deret Taylor. Prosedur untuk mendapatkan nilai statistik uji F adalah sebagai berikut.

1. Meregresikan Z_t dengan $1, Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-p}$ sehingga diperoleh residual \hat{a}_t dan menghitung jumlah kuadrat residual (SSR_0).

$$SSR_0 = \sum_{t=1}^T \hat{a}_t \quad (2.20)$$

2. Meregresikan \hat{a}_t dengan 1, Z_{t-1} , Z_{t-2} , ..., Z_{t-p} dan m prediktor tambahan yang diperoleh dari hasil ekspansi deret Taylor, kemudian diperoleh residual \hat{v}_t dan menghitung jumlah kuadrat residual (SSR).

$$SSR = \sum_{t=1}^T \hat{v}_t^2 \quad (2.21)$$

3. Menghitung nilai F dengan rumus berikut ini.

$$F = \frac{(SSR_0 - SSR)/m}{SSR/(N-p-1-m)} \quad (2.22)$$

dimana N adalah jumlah pengamatan. Nilai F didekati dengan distribusi F dengan derajat bebas m (prediktor tambahan) dan $N - p - 1 - m$ dimana p adalah banyak orde. Data bersifat nonlinear apabila diperoleh kesimpulan tolak H_0 . Tolak H_0 apabila $F_{hitung} > F_{(\alpha, m, (T-p-1-m))}$ atau $p_{value} < \alpha$. (Terasvirta, 1993)

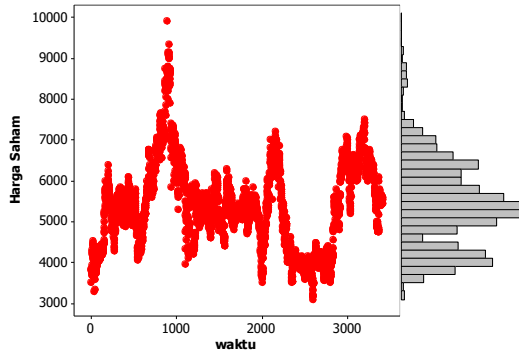
2.4 Distribusi *Mixture*

Jika diketahui suatu data, tidak selamanya satu distribusi saja dapat merepresentasikan data tersebut. Namun, apabila ada indikasi beberapa komposisi muncul dari data tersebut, maka tidak menutup kemungkinan bahwa distribusi data yang lebih tepat adalah distribusi *mixture* (Dempster, 1977).

Salah satu indikasi adanya sifat *mixture* pada distribusi data univariabel adalah jika hasil *goodness of fit test* pada data tersebut tidak memberi bantuan yang meyakinkan untuk mengidentifikasi distribusi datanya secara tepat (Iriawan, 2001). Misalnya *P-value* dari uji distribusinya cukup rendah walaupun lebih besar dari nilai α (*Type-I error*) yang digunakan.

Cara lain untuk melihat indikasi *mixture* dari distribusi data adalah melihat histogram dari data tersebut atau dengan membaginya menjadi beberapa kelompok data menggunakan bantuan software R dengan package *EM cluster*. Jika pada

histogram muncul beberapa puncak (modus) seperti pada Gambar 2.1. (biasa disebut multimodal), hal ini mengindikasikan data tidak berasal dari satu populasi yang homogen. Sehingga distribusi mixture bisa jadi lebih sesuai untuk merepresentasikan data sesungguhnya. Untuk mengetahui berapa komponen *mixture* yang terdapat pada data *time series* tidak dapat hanya membagi menjadi beberapa kelompok karena bergantung pada parameter waktu.



Gambar 2.2. *Marginal plot* data harga tutup saham PT. Telekomunikasi Indonesia

2.5 Mixture Autoregressive (MAR)

Model MAR dapat dibentuk melalui distribusi dari residualnya. Jika residual berdistribusi normal maka model MAR univariat dengan beberapa komponen didefinisikan dengan persamaan

$$F(x_t | \mathcal{F}_{t-1}) = \sum_{i=1}^K \pi_i \Phi \left(\frac{x_t - \phi_{i0} - \phi_{i1}x_{t-1} - \dots - \phi_{ip_i}x_{t-p_i}}{\sigma_i} \right) \quad (2.23)$$

dimana:

$F(x_t | \mathcal{F}_{t-1})$ adalah fungsi distribusi kumulatif bersyarat untuk X_t dengan memberikan informasi sebelumnya yang dihitung pada x_t
 σ -field \mathcal{F}_{t-1} adalah informasi lalu yang diset-up pada waktu $t-1$.

Fungsi $\Phi(\cdot)$ menyatakan fungsi distribusi normal standar

ϕ_{il} adalah koefisien-koefisien autoregressive, $i = 1, 2, \dots, K$ dan $l = 1, 2, \dots, p$.

p_i menyatakan orde pada komponen ke i .

σ_i menyatakan standar deviasi dari eror untuk komponen ke i

Jumlahan peluang $\sum_{i=1}^K \pi_i = 1$ (Wong dan Li, 2000).

Model MAR dapat ditulis $MAR(K; p_1, p_2, \dots, p_K)$ yang berarti ada K komponen dimana komponen ke 1 berorde p_1 , komponen ke 2 berorde p_2 dan seterusnya. Jika residual berdistribusi *Student-T* maka model MAR univariat dengan K komponen didefinisikan dengan persamaan

$$f(x_t | F_{t-1}) = \sum_{k=1}^K \alpha_k C(v_k) \sigma_{k,t}^{-1} \left(1 + (v_k + p - 2)^{-1} \left(\frac{y_t - \mu_{k,t}}{\sigma_{k,t}} \right)^2 \right)^{-\frac{1+v_k+p}{2}} \quad (2.24)$$

dimana:

$$C(v) = \frac{\Gamma((1+v+p)/2)}{(\pi(v+p-2))^{1/2} \Gamma((v+p)/2)}$$

$F(x_t | F_{t-1})$ adalah fungsi distribusi kumulatif bersyarat untuk x_t

dengan memberikan informasi sebelumnya yang dihitung pada x_t

σ_m menyatakan standar deviasi dari eror untuk komponen ke m

$\mu_{m,t}$ adalah koefisien-koefisien autoregressive

Jumlahan peluang $\sum_{m=1}^M \alpha_m = 1$ (Meitz, Preve, & Saikkonen, 2018)

2.5.1 Penaksiran Parameter

Untuk menaksir parameter yang ada dalam model MAR maka langkah-langkahnya sebagai berikut:

a. Menentukan fungsi kepadatan peluang

Fungsi kepadatan peluang untuk X_t adalah:

$$f(X_t; \phi_i, \sigma_i, \pi_i) = \sum_{i=1}^K \left(\frac{H_{it} \pi_i}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{X_t - \phi_{0,i} - \sum_{l=1}^p \phi_{l,i} X_{t-l}}{\sigma_i} \right)^2 \right) \right) \quad (2.25)$$

dimana:

$i = 1, 2, \dots, K$, menunjukkan komponen.

$l = 1, 2, \dots, p$ menunjukkan orde.

ϕ_{0i}, ϕ_{li} adalah koefisien autoregressive

π_i adalah proporsi atau peluang setiap komponen

σ_i adalah variansi

H_{it} adalah variabel random yang tak dapat diobservasi dimana $H_{it}=1$ pada waktu t dan deret ke j , X_t berasal dari komponen ke i dari fungsi distribusi bersyarat dan $H_{it} = 0$ bila X_t bukan dari komponen ke i .

b. Menentukan fungsi likelihood.

Misalkan X_1, X_2, \dots, X_T adalah suatu sampel bebas dan identik dari suatu populasi dengan fungsi kepadatan peluang $f(X_t; \phi_i, \sigma_i, \pi_i)$ maka fungsi likelihoodnya (Nguyen, McLachlan, Orban, Bellec, & Janke, 2016):

$$\begin{aligned} L(X_{p+1}, X_{p+2}, \dots, X_T) &= \prod_{t=p+1}^T \sum_{i=1}^K \left(H_{it} \pi_i \frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon_{it}}{\sigma_i} \right)^2 \right) \right) \\ &= \sum_{i=1}^K \left(H_{it} \pi_i^{(T-p)} \left(\frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} \right)^{(T-p)} \exp \left(-\frac{1}{2} \sum_{t=p+1}^T \left(\frac{\varepsilon_{it}}{\sigma_i} \right)^2 \right) \right) \quad (2.26) \end{aligned}$$

dengan fungsi log likelihood sebagai berikut

$$\log(L(X_{p+1}, X_{p+2}, \dots, X_T)) = \log \left(\sum_{i=1}^K \left(H_{it} \pi_i^{(T-p)} \left(\frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} \right)^{(T-p)} \exp \left(-\frac{1}{2} \sum_{t=p+1}^T \left(\frac{\varepsilon_{it}}{\sigma_i} \right)^2 \right) \right) \right)$$

Karena H_{it} adalah vektor variabel acak yang tak dapat diobservasi, maka untuk memaksimumkan fungsi log-likelihood secara langsung akan sulit. Untuk mengatasi kesulitan ini, Dempster et al (1977) mengusulkan algoritma EM (*Expectation*

and Maximization) yang mengganti variabel yang tak dapat diobservasi dengan ekspektasi mereka dan kemudian memaksimalkan fungsi log-likelihood.

2.5.2 Algoritma EM

Prosedur iterasi dari algoritma EM dapat dibagi dalam dua langkah yaitu langkah ekspektasi dan langkah maksimisasi.

a. Langkah Ekspektasi.

Parameter vektor ϕ diasumsikan diketahui. Kemudian data H_{it} akan diestimasi dengan ekspektasi bersyarat terhadap θ dan vektor observasi $\mathbf{X} = (\mathbf{X}_1^T, \dots, \mathbf{X}_M^T)^T$ dimana $\mathbf{X} = (X_1, \dots, X_T)^T$. Misalnya τ_{it} menyatakan ekspektasi bersyarat dari H_{it} yaitu:

$$\tau_{it} = \frac{f(x_t, \phi_{it})}{\sum_{i'=1}^K f(x_t, \phi_{i'})} = \frac{\pi_i \frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon_{it}}{\sigma_i}\right)^2\right)}{\sum_{i'=1}^K \left(\pi_{i'} \frac{1}{\sigma_{i'} \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon_{i't}}{\sigma_{i'}}\right)^2\right) \right)} \quad (2.27)$$

$$\tau_{it} = \frac{\frac{\pi_i}{\sigma_i} \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon_{it}}{\sigma_i}\right)^2\right)}{\sum_{i'=1}^K \left(\frac{\pi_{i'}}{\sigma_{i'}} \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon_{i't}}{\sigma_{i'}}\right)^2\right) \right)}$$

dimana $i = 1, \dots, N$, $t = 1, \dots, T$ dan ε_{it} mempunyai arti yang sama sebelumnya (Frühwirth-Schnatter, 2006).

b. Langkah Maksimisasi

Dalam langkah ini, mengganti H_{it} dengan ekspektasi bersyaratnya τ_{it} . Oleh karena itu, π_i dapat diestimasi dengan merata-ratakan τ_{it} . Selanjutnya untuk mengestimasi vektor parameter ϕ yaitu dengan memaksimalkan fungsi global log-likelihood. Ini dapat dilakukan dengan menyamakan turunan pertamanya sama

dengan nol dan kemudian menyelesaikan persamaan. Persamaan dapat disederhanakan sebagai berikut. Misalkan

$$\begin{aligned}\hat{\sigma}_i^2 &= \frac{\sum_{t=p+1}^T \tau_{it} \mathcal{E}_{it}^2}{\sum_{t=p+1}^T \tau_{it}} \\ &= \frac{\sum_{t=p+1}^T \tau_{it} \left(X_t - \hat{\phi}_{0i} - \sum_{l=1}^p \hat{\phi}_{li} X_{t-l} \right)^2}{\sum_{t=p+1}^T \tau_{it}}\end{aligned}\tag{2.28}$$

σ_{ij}^2 dapat dengan mudah apabila selisih mutlak antara nilai parameter sebelumnya dengan nilai parameter sekarang salah satunya masih lebih besar dari 1×10^{-15} maka proses iterasi dilanjutkan ke langkah Ekspektasi kembali.

2.6 Optimasi Genetic Algorithm (GA)

Genetic Algorithm (GA) dikembangkan pertama kali oleh John Holland dan mengatakan bahwa setiap masalah yang berbentuk adaptasi (alami maupun buatan) dapat diformulasikan dalam terminologi genetika. GA melibatkan proses evolusi Darwin dan operasi genetika atas kromosom. GA merepresentasikan sebuah teknik identifikasi pendekatan solusi untuk masalah optimasi. GA adalah sebuah algoritma optimasi metaheuristik yang berdasarkan populasi solusi dan menggunakan mekanisme spesifik yang terinspirasi dari evolusi secara biologi seperti individu (kromosom), reproduksi, mutasi, rekombinasi, seleksi, ketahanan *fitness*. Prosedur GA dijelaskan sebagai berikut (Wu dan Chang, 2002).

1. Menentukan kromosom atau individu. Kromosom yang digunakan pada penelitian ini adalah bilangan real. Setiap anggota kromosom disusun oleh gen-gen dimana masing-masing gen mewakili elemen dari vektor solusi.
2. Menentukan fungsi *fitness* untuk mengukur tingkat kebaikan atau kesesuaian suatu solusi. Fungsi *fitness* yang digunakan

adalah nilai *sum square error* (SSE). Rumus SSE adalah sebagai berikut.

$$SSE = \sum_{t=1}^T (Z_t - \hat{Z}_t)^2$$

Dimana Z_t adalah deret waktu harga tutup saham tiap perusahaan dan adalah deret waktu yang diperoleh dari pemodelan MAR dengan estimasi parameter hasil optimasi GA.

3. Proses pengkopian kromosom atau elitisme untuk mempertahankan individu yang bernilai *fitness* tinggi.
4. Seleksi kromosom menggunakan roda *roulette*, yaitu masing-masing individu dipetakan dalam garis secara beraturan sehingga setiap segmen individu memiliki ukuran sama dengan ukuran *fitness*. Kemudian sebuah bilangan random dibangkitkan, apabila segmen dalam kawasan bilangan random maka akan terseleksi. Proses diulang hingga diperoleh individu yang diharapkan.
5. *Crossover* atau pindah silang yaitu proses pembentukan kromosom baru dengan memindah-silangkan dua buah kromosom. Proses ini hanya bisa dilakan dengan suatu probabilitas tertentu (P_c). Apabila suatu bilangan random yang dibangkitkan kurang dari P_c maka dapat dilakukan pindah silang.
6. Penggantian populasi yaitu semua individu dari suatu generasi digantikan sekaligus oleh individu baru hasil pindah silang dan mutasi.

2.6.1 Kromosom

Dalam GA, kromosom merupakan bagian penting dari algoritma. Satu kromosom atau individu mewakili satu vektor solusi. Terkadang vektor solusi dapat digunakan dalam implementasi GA atau dapat juga dilakukan pengkodean. Pengkodean dilakukan untuk mewakili suatu solusi dengan menggunakan bilangan biner. Hal ini tergantung pada optimasi yang dihadapi. Setiap anggota kromosom disusun oleh gen-gen, dimana masing-masing gen mewakili elemen dari vektor

solusi. Dengan dibangkitkannya populasi ini, maka akan tersedia banyak pilihan solusi.

2.6.2 Elitisme

Proses seleksi dilakukan secara random sehingga tidak ada jaminan bahwa suatu individu yang bernilai *fitness* tinggi akan selalu terpilih. Walaupun individu dengan nilai *fitness* tertinggi terpilih, mungkin saja individu tersebut akan rusak (nilai *fitness* menurun) karena adanya proses pindah silang atau mutasi. Untuk menjaga agar individu bernilai *fitness* tinggi tidak hilang selama evolusi, maka perlu dibuat suatu kopiannya. Prosedur ini dikenal dengan elitisme. Konsep elitism dalam GA berusaha untuk mempertahankan individu terbaik yang telah diperoleh di suatu generasi ke dalam generasi selanjutnya sehingga individu terbaik akan muncul di populasi berikutnya. Elitisme dimaksudkan untuk menjaga individu terbaik untuk tetap muncul di dalam populasi pada iterasi berikutnya.

2.6.3 Fungsi *Fitness*

Fungsi *fitness* digunakan untuk mengukur tingkat kebaikan atau kesesuaian suatu solusi dengan yang dicari. Fungsi *fitness* bisa berhubungan langsung dengan fungsi tujuan, atau bisa juga sedikit modifikasi terhadap fungsi tujuan. Sejumlah solusi yang dibangkitkan dalam populasi akan dievaluasi menggunakan nilai *fitness*.

Untuk kasus minimasi diharapkan diperoleh nilai tujuan $f(x)$ yang nilainya kecil sehingga digunakan *fitness* $\frac{1}{f(x)}$. Sebaliknya untuk kasus maksimasi diharapkan diperoleh nilai tujuan $f(x)$ yang nilainya besar sehingga digunakan *fitness* $f(x)$. Setelah setiap solusi dievaluasi dengan fungsi *fitness*, perlu dilakukan proses seleksi terhadap kromosom. Proses seleksi dilakukan untuk memilih diantara kromosom anggota populasi ini, mana yang bisa menjadi induk (*parent*) atau melakukan identifikasi diantara populasi ini, kromosom yang akan menjadi anggota populasi berikutnya. Ada beberapa cara melakukan seleksi ini. Sebagian

anggota populasi bisa dipilih untuk proses reproduksi. Cara umum yang digunakan adalah melalui *roulette wheel selection*.

2.6.4 Roulette Wheel Selection Method

Metode seleksi roda *roulette* merupakan metode yang paling sederhana atau sering juga dikenal dengan *namastochastic sampling with replacement*. Pada metode ini, individu-individu dipetakan dalam suatu segmen garis secara beraturan sedemikian hingga tiap-tiap segmen individu memiliki ukuran yang sama dengan ukuran *fitness*-nya. Sebuah bilangan random dibangkitkan dan individu yang memiliki segmen dalam kawasan bilangan random tersebut akan terseleksi. Proses diulang hingga diperoleh sejumlah individu yang diharapkan.

2.6.5 Crossover atau Pindah Silang

Salah satu komponen yang paling penting dalam GA adalah *crossover* atau pindah silang. Sebuah kromosom yang mengarah pada solusi yang baru bisa diperoleh dari proses memindahsilangkan dua buah kromosom. Pindah silang bisa juga berakibat buruk jika ukuran populasi sangat kecil. Dalam satu populasi yang sangat kecil, suatu kromosom dengan gen-gen yang mengarah ke solusi akan sangat cepat meyebar ke kromosom-kromosom lainnya. Untuk mengatasi masalah ini digunakan saran bahwa pindah silang hanya bisa dilakukan dengan suatu probabilitas tertentu P_c . Artinya, pindah silang bisa dilakukan jika satu bilangan random $[0,1)$ yang dibangkitkan kurang dari P_c yang ditentukan. Pada umumnya, P_c ditentukan mendekati 1, misalnya 0.8.

2.6.6 Penggantian Populasi

Dalam GA dikenal skema pergantian populasi yang disebut *generational replacement*, yang berarti semua individu (misal N individu dalam satu populasi) dari suatu generasi digantikan sekaligus oleh N individu baru hasil pindah silang dan mutasi. Skema penggantian ini tidak realitas dari sudut pandang

biologi. Di dunia nyata, individu-individu dari generasi berbeda bisa berada dalam waktu bersamaan. Fakta lain adalah individu muncul dan hilang secara konstan, tidak pada generasi tertentu.

2.7 Kriteria Pemilihan Model

Berikut beberapa kriteria pemilihan model dalam penelitian ini.

2.7.1 Mean Square Error (MSE)

MSE adalah suatu kriteria pemilihan model terbaik berdasarkan hasil sisa peramalannya. Kriteria MSE dirumuskan sebagai berikut:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum \hat{a}_t^2 \quad (2.29)$$

dengan:

$\hat{a}_t = (Z_t - \hat{Z})$ = taksiran sisa pada peramalan

n = banyaknya pengamatan yang efektif

2.7.2 Akaike's Information Criterion (AIC)

AIC adalah suatu kriteria pemilihan model terbaik yang diperkenalkan oleh Akaike pada tahun 1973 dengan mempertimbangkan banyaknya parameter dalam model. Kriteria AIC dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$AIC = n \times \ln(SSE / n) + 2 \times f + n \times (1 + \ln(2\pi)) \quad (2.30)$$

dengan:

n = banyaknya pengamatan yang efektif

f = banyaknya parameter dalam model

$SSE = \text{Sum Square Error} = \text{Jumlah Kuadrat Sisa}$

2.7.3 Bayesian Information Criterion (BIC)

BIC merupakan pengembangan dari AIC yang dilakukan oleh Akaike pada tahun 1978-1979, Wei (1989). Adapun formula dari BIC adalah sebagai berikut:

$$BIC = n \times \ln \left(\frac{SSE}{n} \right) + n \times (1 + \ln(2\pi)) + 2(f + 2)q - 2q^2 \quad (2.31)$$

dimana:

$$q = \frac{n\hat{\sigma}^2}{SSE}$$

f = banyaknya parameter

n = banyaknya pengamatan

$\hat{\sigma}^2$ = estimasi variansi dari sisa.

SSE = Sum Square Error = Jumlah Kuadrat Sisa

2.8 Profil Perusahaan Telekomunikasi

Berikut adalah beberapa uraian singkat tentang beberapa perusahaan telekomunikasi yang menjadi sampel pada penelitian ini.

a. PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk.

PT Telekomunikasi Indonesia, Tbk. (PT.Telkom) adalah perusahaan informasi dan komunikasi serta penyedia jasa dan jaringan telekomunikasi secara lengkap di Indonesia. PT. Telkom mengklaim sebagai perusahaan telekomunikasi terbesar di Indonesia, dengan jumlah pelanggan telepon tetap sebanyak 12,4 juta dan pelanggan telepon seluler sebanyak 23,5 juta.

PT. Telkom merupakan salah satu BUMN yang sahamnya saat ini dimiliki oleh Pemerintah Indonesia (51,19%) dan oleh publik sebesar 48,81%. Sebagian besar kepemilikan saham publik (45,58%) dimiliki oleh investor asing, dan sisanya (3,23%) oleh investor dalam negeri. PT. Telkom juga menjadi pemegang saham mayoritas di 9 anak perusahaan, termasuk PT Telekomunikasi Selular (Telkomsel). PT. Telkom menyediakan jasa telepon tetap kabel (fixed wire line), jasa telepon tetap nirkabel (fixed wireless), jasa telepon bergerak (mobile service), data/internet serta jasa multimedia lainnya.

b. PT Indonesian Satellite Corporation Tbk.

PT Indonesian Satellite Corporation Tbk. (PT. Indosat) adalah sebuah perusahaan penyelenggara jasa telekomunikasi

internasional di Indonesia. Indosat merupakan perusahaan telekomunikasi dan multimedia terbesar kedua di Indonesia untuk jasa seluler (Satelindo, IM3, StarOne). Saat ini, komposisi kepemilikan saham Indosat adalah Publik (45,19%), ST Telemédia melalui Indonesia Communications Limited (40,37%), serta Pemerintah Republik Indonesia (14,44%), termasuk saham Seri A.

PT. Indosat didirikan pada tahun 1967 sebagai Perusahaan Modal Asing, dan memulakan operasinya pada tahun 1969. Pada tahun 1980 Indosat menjadi Badan Usaha Milik Negara yang seluruh sahamnya dimiliki oleh Pemerintah Indonesia. Hingga sekarang, Indosat menyediakan layanan telekomunikasi internasional seperti SLI dan layanan transmisi televisi antarbangsa.

c. PT Excelcomindo Pratama Tbk.

PT Excelcomindo Pratama Tbk, (PT. Excelcomindo) atau disingkat XL, adalah sebuah perusahaan operator telekomunikasi seluler di Indonesia. XL mulai beroperasi secara komersial pada tanggal 8 Oktober 1996, dan merupakan perusahaan swasta pertama yang menyediakan layanan telepon mobile di Indonesia. XL memiliki empat produk GSM, yaitu Bebas (prabayar), Jempol (prabayar), XplorJimat (dulunya merupakan jenis layanan untuk Jempol, tetapi kemudian dikembangkan menjadi produk sendiri yang lebih dikhususkan untuk komunikasi ke luar negeri). Selain itu XL juga menyediakan layanan korporat yang termasuk Internet Service Provider (ISP) dan VoIP (paskabayar).

Pemegang saham XL saat ini adalah Indocel Holding Sdn. Bhd. (59,67%), merupakan perusahaan yang dimiliki 100% oleh TM International (L) Limited (TMIL). TM International (L) Limited merupakan anak perusahaan Telekom Malaysia Berhad (TM) yang khusus menangani investasi internasional. Khazanah Nasional Berhad (16,81%), merupakan organisasi investasi milik Pemerintah Malaysia. PT Telekomindo Primabhakti (15,97%), merupakan anak perusahaan Rajawali Corporation, yang memiliki bisnis telekomunikasi, hotel, kebutuhan konsumen, dan ritel. AIF

(Indonesia) Limited (7,38%), merupakan perusahaan pendanaan swasta yang bermarkas di Hong Kong.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari data sekunder yang diperoleh dari website Yahoo Finance yang diambil dari tanggal mulai perusahaan *Initial Public Offering* (IPO) atau penawaran umum perdana suatu perusahaan kepada investor umum sampai dengan 31 April 2018. Data tersebut berisikan tentang harga penutupan saham di 3 perusahaan telekomunikasi terbesar di Indonesia yaitu PT. Telekomunikasi Indonesia, PT. Indosat dan PT. Excelkomindo yang diambil pada hari senin sampai jumat. Data pada hari-hari tertentu yang tidak tercatat akan dilakukan imputasi dengan cara mengganti data yang missing dengan harga saham perusahaan yang tercatat pada hari sebelumnya.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan untuk penelitian ini adalah harga penutupan saham di tiga perusahaan telekomunikasi. Beberapa variabel penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
$Z_{1,t}$	Data harga tutup saham PT. Telekomunikasi Indonesia
$Z_{2,t}$	Data harga tutup saham PT. Indosat
$Z_{3,t}$	Data harga tutup saham PT. Excelkomindo

3.3 Struktur data

Dari variabel penelitian diatas dapat dilihat struktur data pada penelitian ini yang disajikan pada Tabel 3.2 dibawah ini. Tabel 3.2 berisikan tentang tanggal awal IPO tiga perusahaan telekomunikasi terbesar di Indonesia sampai dengan tanggal 31 April 2018 dengan banyaknya data tiap perusahaan berbeda-beda.

Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian

Perusahaan	Tanggal	Observasi	Data
PT. Telekomunikasi Indonesia	28-9-2004	1	$Z_{1(1)}$
	\vdots	\vdots	\vdots
	31-03-2018	n_1	$Z_{1(n_1)}$
PT. Indosat	18-3-2004	1	$Z_{2(1)}$
	\vdots	\vdots	\vdots
	31-03-2018	n_2	$Z_{2(n_2)}$
PT. Excelkomindo	29-9-2005	1	$Z_{3(1)}$
	\vdots	\vdots	\vdots
	31-03-2018	n_3	$Z_{3(n_3)}$

Keterangan:

- n_1 : Banyaknya observasi harga saham PT. Telekomunikasi Indonesia
 n_2 : Banyaknya observasi harga saham PT. Indosat
 n_3 : Banyaknya observasi harga saham PT. Excelkomindo

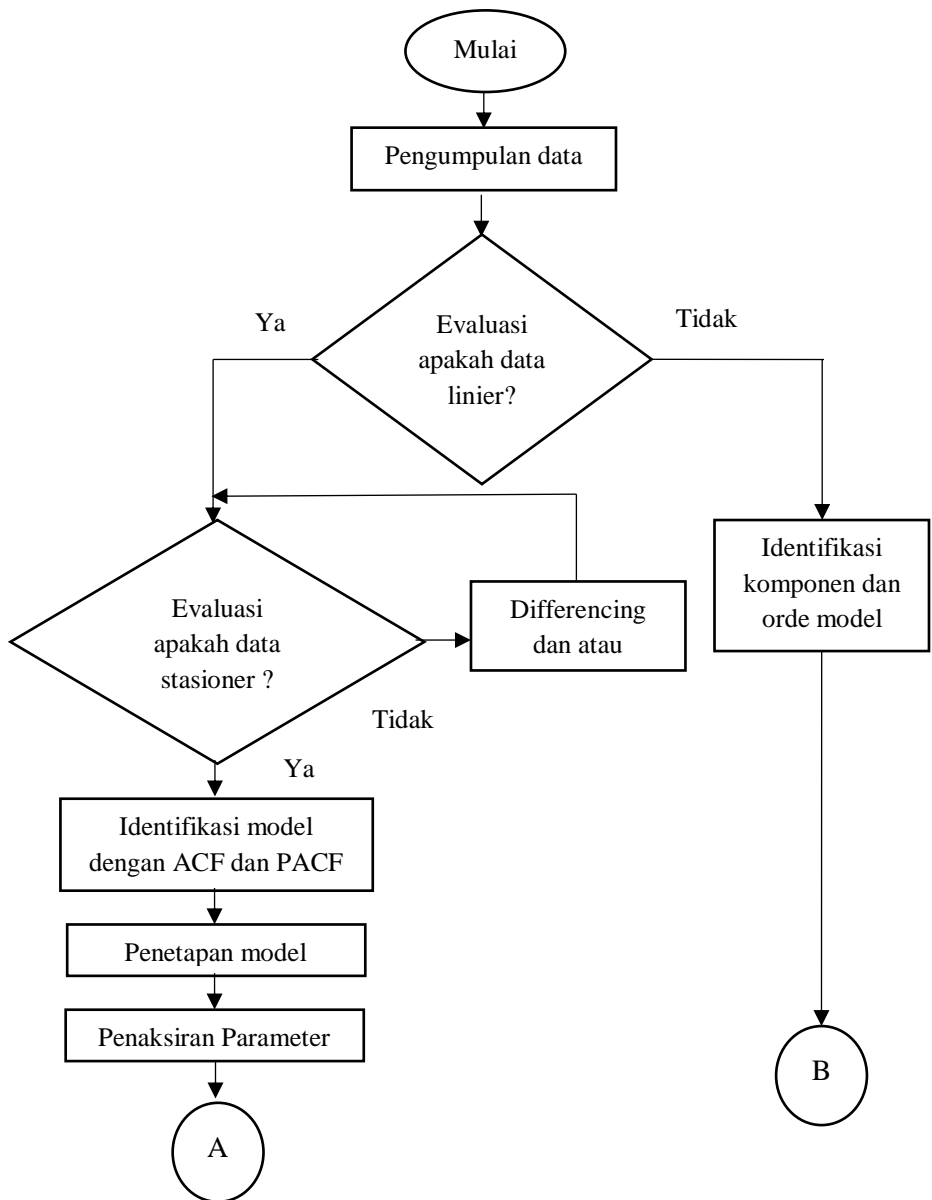
3.4 Langkah Analisis

Sesuai dengan tujuan penelitian maka perlu melakukan langkah-langkah sebagai berikut:

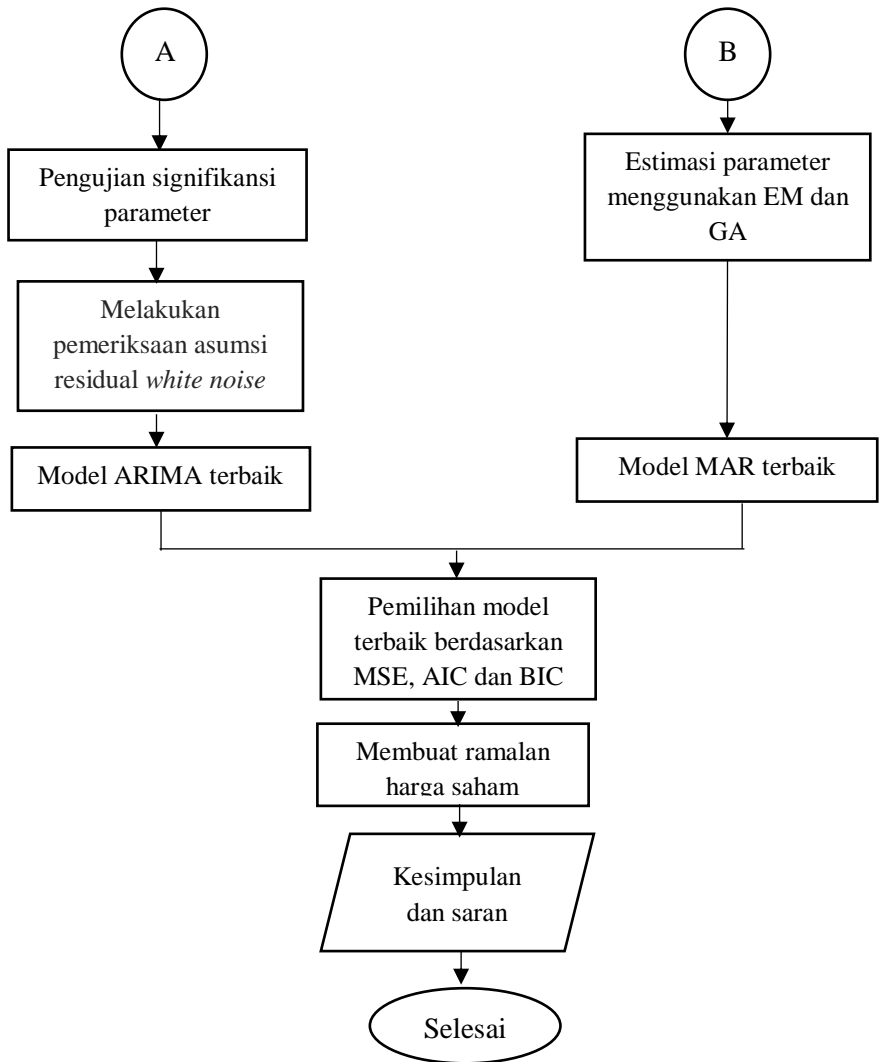
1. Mengaplikasikan model *Autoregressive Integrated Moving Average* dengan menggunakan data harga saham beberapa perusahaan dalam bidang telekomunikasi dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - a. Identifikasi satu persatu series dengan melakukan plot *time series* dan ACF. Periksa apakah data time series sudah stasioner atau belum baik dalam rata-rata maupun dalam varians.

- b. Bila data time series belum stasioner maka lakukan differencing dan/atau transformasi.
 - c. Bila data time series sudah stasioner buat histogram dan plot ACF dan PACF masing-masing deret dan perkiraan model *Autoregressive Integrated Moving Average* yang memungkinkan.
 - d. Melakukan estimasi parameter dan pengujian parameter.
 - e. Melakukan pemeriksaan asumsi residual *white noise* dan distribusi normal. Jika tidak berdistribusi normal maka melakukan deteksi *outlier*.
2. Mengaplikasikan model *Mixture Autoregressive* dengan menggunakan data harga saham beberapa perusahaan dalam bidang telekomunikasi dengan langkah-langkah sebagai berikut:
- a. Uji nonlinearitas Terasvirta
 - b. Identifikasi komponen dan orde *mixture*.
 - c. Estimasi parameter-parameter dari model *Mixture Autoregressive* pada setiap series satu persatu dengan menggunakan algoritma *Expectation Maximisation* dengan mengambil jumlah komponen yang maksimum dan besar orde yang maksimum kemudian parameter dioptimasi dengan *Genetic Algorithm*.
 - d. Menghitung masing-masing MSE, AIC dan BIC dari beberapa model yang ditetapkan untuk menentukan model yang terbaik.

Berikut adalah diagram alir pada penelitian ini



Gambar 3.1 Diagram Alir Analisis



Gambar 3.2 Diagram Alir Analisis (Lanjutan)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

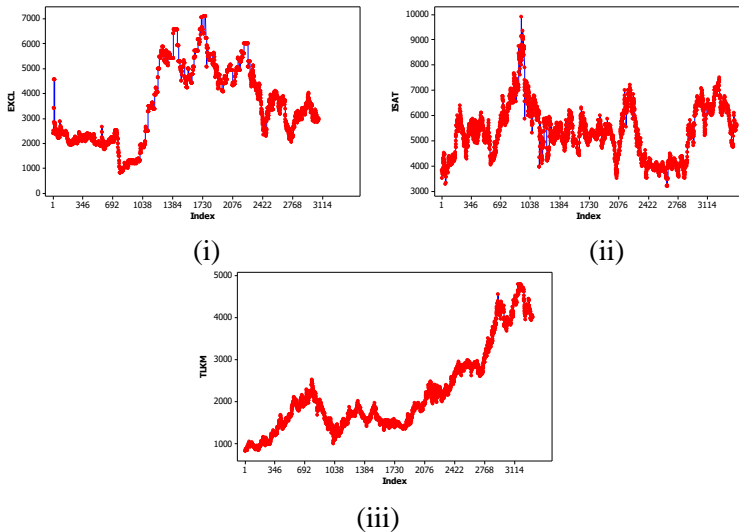
BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas analisis pemodelan harga saham pada tiga perusahaan telekomunikasi dengan menggunakan model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dan Mixture Autoregressive (MAR).

4.1 Deskripsi Saham Tiga Perusahaan

Sebelum dilakukan pemodelan, terlebih dahulu dilakukan eksplorasi data harga saham ketiga perusahaan. Berikut hasil eksplorasi data melalui *time series plot*.



Gambar 4.1 *Time Series Plot* Data Harga Saham (i) PT. Excelcomindo Pratama Tbk. (ii) PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk. (iii) PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk.

Dapat dilihat pada Gambar 4.1 untuk harga saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk dan PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk data cenderung stasioner terhadap mean namun

tidak terhadap varians dan terjadinya structural bridge pada data kedua perusahaan. Pada harga saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk. data memiliki trend naik meskipun terjadi beberapa kali penurunan harga saham dan data cenderung stasioner terhadap varians namun tidak terhadap *mean*. Untuk mengetahui karakteristik data harga saham ketiga perusahaan dilakukan statistika deskriptif yang disajikan oleh Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Karakteristik Data Harga Saham Ketiga Perusahaan (Rupiah)

Nama Perusahaan	Kode Saham	N	Mean	StDev	Min	Max
PT. Excelcomindo Pratama Tbk.	EXCL	3066	3557.9	1532.9	799	7102
PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk.	ISAT	3457	5371.5	1040.6	3200	9900
PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk.	TLKM	3319	2174.3	985.8	825	4800

Berdasarkan Tabel 4.1, rata-rata tertinggi dimiliki oleh ISAT dengan standar deviasi terendah kedua sehingga saham ISAT lebih menguntungkan dari saham EXCL. Namun saham TLKM lebih aman dan menguntungkan dikarenakan memiliki standar deviasi paling kecil dan grafik yang cenderung memiliki trend yang naik.

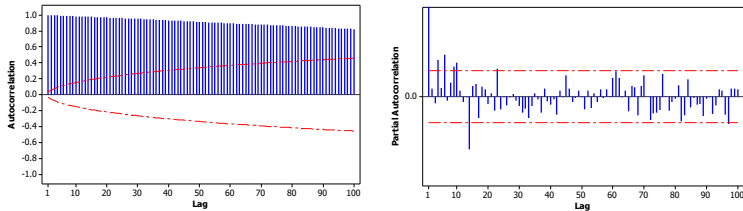
4.2 Pemodelan Saham dengan Metode ARIMA

Setelah melakukan analisis karakteristik data saham selanjutnya dilakukan pemodelan harga saham ketiga perusahaan dengan metode ARIMA. Berikut adalah hasil analisis dengan menggunakan metode ARIMA.

4.2.1 Model Harga Saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk

Langkah pertama yang dilakukan adalah memeriksa kestasioneran data melalui plot time series dan *plot* ACF dan

PACF. Berikut hasil *plot* ACF dan PACF dari data harga saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk.



Gambar 4.2 *Plot* ACF dan PACF Harga saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk.

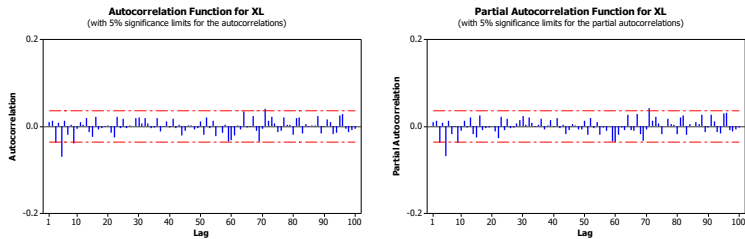
Berdasarkan Gambar 4.2 *plot* ACF yang turun lambat menunjukkan bahwa data time series tidak stasioner dalam varians dan mean. Langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi apakah data tersebut sudah stasioner dalam varians dengan menggunakan transformasi Box-Cox sebagai berikut.

Tabel 4.2. Nilai Lambda Transformasi Box-Cox PT. Excelcomindo Pratama Tbk.

<i>Lower CL</i>	<i>Upper CL</i>	<i>Rounded Value</i>
0.60	0.76	0.67

Dapat dilihat pada Tabel 4.2, nilai *rounded value* sebesar 0.67 maka data saham perusahaan tersebut perlu dilakukan transformasi. Langkah selanjutnya menstasionerkan data saham perusahaan terhadap *mean* dengan *differencing*. Berikut diagram ACF dan PACF ketiga perusahaan setelah stasioner dalam mean beserta model dugaan ARIMA dan pengecekan White Noise dan pengujian residual berdistribusi normal.

Identifikasi model harga saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk. dilakukan berdasarkan *plot* ACF dan PACF yang telah di *differencing* pada Gambar 4.3. Ada beberapa model dugaan yaitu ARIMA ([3],1,[3]), ARIMA (0,1,[3]), ARIMA ([3],1,0), ARIMA ([5],1,[5]), ARIMA ([5],1,0), ARIMA (0,1,[5]), ARIMA ([5],1,[3]) dan ARIMA ([3],1,[5]).



Gambar 4.3 Plot ACF dan PACF harga saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk setelah *Differencing*.

Semua model dugaan memenuhi asumsi *white noise* namun tidak memenuhi asumsi residual berdistribusi normal. Sehingga dipilih model dengan kriteria AIC, BIC *insample* dan MSE *outsample* yang paling kecil. Model dugaan terbaik harga saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk. adalah ARIMA ([5],1,0) dengan nilai parameter yang ditunjukkan oleh Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Signifikansi Parameter ARIMA([5],1,0) harga saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk.

Parameter	Nilai Parameter	<i>t</i>	<i>P-value</i>
ϕ_5	-0.06671	-3.70	0,0002

. Selanjutnya dilakukan pengujian *white noise* pada residual model ARIMA([5],1,0) menggunakan pengujian Ljung-Box. Hasil pengujian *white noise* menunjukkan bahwa residual model ARIMA ([5],1,0) memenuhi asumsi *white noise* yang ditunjukkan oleh Tabel 4.4.

Selanjutnya dilakukan pengujian asumsi distribusi normal. Pengujian distribusi normal pada residual model ARIMA ([5],1,0) menggunakan pengujian Kolmogorov-Smirnov. Pengujian normal menghasilkan *P-value* sebesar 0,01 kurang dari taraf signifikan 5%. Sehingga asumsi residual berdistribusi normal tidak terpenuhi. Akurasi *insample* model tersebut adalah nilai AIC sebesar 36812.06, MSE *outsample* sebesar 179438.1 dan BIC sebesar 34029.26.

Tabel 4.4 Pengujian White Noise pada Residual Model ARIMA([5],1,0) PT. Excelcomindo Pratama Tbk.

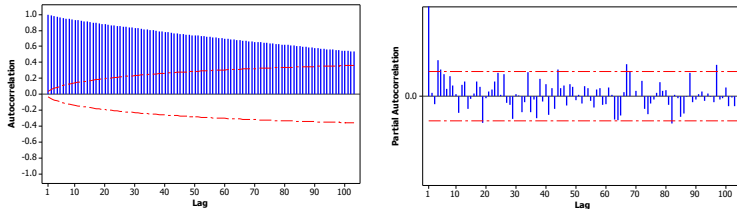
Lag	χ^2	<i>P-value</i>
12	14.19	0.2176
24	26.42	0.2814
36	34.84	0.4757

Model ARIMA ([5],1,0) setelah dikembalikan kebentuk semula sebelum ditransformasi dapat dilihat pada persamaan (4.1).

$$\hat{Z}_t = Z_{t-1} + 2.703Z_{t-5} + 2.703Z_{t-6} + a_t \quad (4.1)$$

4.2.2 Model Harga Saham PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk.

Seperti halnya dengan pemodelan ARIMA pada PT. Excelcomindo Pratama Tbk. Untuk memodelkan ARIMA pada PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk. pertama yang dilakukan adalah memeriksa kestasioneran data melalui plot time series dan *plot ACF* dan *PACF* yang disajikan pada Gambar 4.4.



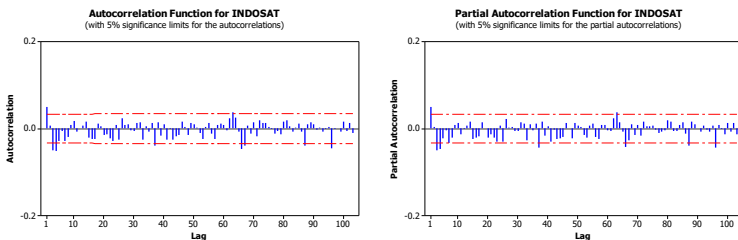
Gambar 4.4 *Plot ACF* dan *PACF* Harga Saham PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk

Berdasarkan Gambar 4.4 *plot ACF* yang turun lambat menunjukkan bahwa data time series tidak stasioner dalam varians dan mean. Selanjutnya adalah mengidentifikasi apakah data tersebut sudah stasioner dalam varians dengan menggunakan transformasi Box-Cox sebagai berikut.

Tabel 4.5 Nilai Lambda Transformasi Box-Cox PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk

<i>Lower CL</i>	<i>Upper CL</i>	<i>Rounded Value</i>
-0.44	-0.12	-0.28

Pada Tabel 4.5, nilai *rounded value* sebesar -0.28 maka data saham perusahaan tersebut perlu untuk dilakukan transformasi. Selanjutnya menstasionerkan data saham perusahaan terhadap *mean* dengan *differencing* yang menghasilkan diagram ACF dan PACF setelah stasioner dalam *mean* beserta model dugaan ARIMA dan pengecekan White Noise dan pengujian residual berdistribusi normal. Identifikasi model harga saham PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk. dilakukan berdasarkan plot ACF dan PACF pada Gambar 4.5. Ada beberapa model dugaan yaitu ARIMA (1,1,1), ARIMA (1,1,0), ARIMA (0,1,1), ARIMA (0,1,[3]), ARIMA ([3],1,0), ARIMA ([4],1,[4]), ARIMA ([4],1,0), ARIMA (0,1,[4]), ARIMA ([3,4],1,[3]) dan ARIMA ([3],1,[3,4]).



Gambar 4.5 Plot ACF dan PACF harga saham PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk setelah *Differencing*.

Semua model dugaan memenuhi asumsi *white noise* namun tidak memenuhi asumsi residual berdistribusi normal. Sehingga dipilih model dengan kriteria AIC, BIC *insample* dan MSE *outsample* yang paling kecil. Sehingga model dugaan harga terbaik pada saham PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk. adalah ARIMA ([3,4],1,0) dengan nilai parameter yang ditunjukkan oleh Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Signifikansi Parameter ARIMA([3,4],1,[4]) PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk

Parameter	Nilai Parameter	t	P -value
ϕ_3	-0.06101	-4.00	<0,0001
ϕ_4	0.54979	4.36	<0,0001
θ_4	0.59684	4.91	<0,0001

Selanjutnya dilakukan pengujian *white noise* pada residual model ARIMA ([3,4],1,[4]) menggunakan pengujian Ljung-Box. Hasil pengujian *white noise* menunjukkan bahwa residual model ARIMA ([3,4],1,[4]) memenuhi asumsi *white noise* yang ditunjukkan oleh Tabel 4.7. Pengujian distribusi normal pada residual model ARIMA([3,4],1,[4]) menggunakan pengujian Kolmogorov-Smirnov. Pengujian normal menghasilkan P -value sebesar 0,01 lebih kecil dari taraf signifikan 5%. Sehingga asumsi residual berdistribusi normal tidak terpenuhi. Model ARIMA([3,4],1,[4]) memiliki akurasi *insample* yaitu nilai AIC sebesar 43447.35, BIC sebesar 43445.36 dan MSE *outsample* sebesar 549823.4.

Tabel 4.7 Pengujian White Noise pada Residual Model ARIMA([3,4],1,[4]) PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk

Lag	χ^2	P -value
12	9.14	0.4246
24	23.84	0.3008
36	43.20	0.1102

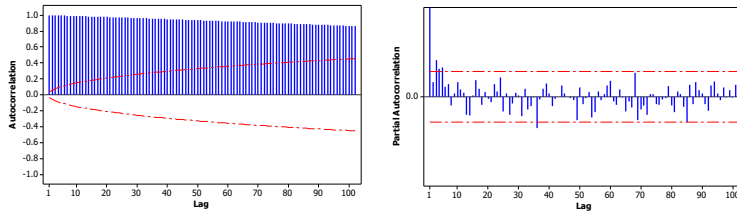
Model ARIMA ([3,4],1,[4]) setelah dikembalikan kebentuk semula sebelum ditransformasi dapat dilihat pada persamaan (4.2).

$$\hat{Z}_t = Z_{t-1} - 268.74Z_{t-3} + 2.67Z_{t-4} + 3.31Z_{t-5} + a_t - 2.8a_{t-4} \quad (4.2)$$

4.2.3 Model Harga Saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk.

Pemodelan harga saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk. memiliki langkah-langkah yang tidak berbeda dengan dua

saham sebelumnya, yaitu yang pertama harus dilakukan adalah memeriksa kestasioneran data melalui plot time series dan *plot* ACF dan PACF. Adapun hasil *plot* ACF dan PACF dari data harga saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk.



Gambar 4.6 *Plot* ACF dan PACF Harga saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk.

Dapat dilihat pada Gambar 4.3 *plot* ACF yang turun lambat menunjukkan bahwa data time series tidak stasioner dalam varians dan mean. Langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi apakah data tersebut sudah stasioner dalam varians dengan menggunakan transformasi Box-Cox sebagai berikut

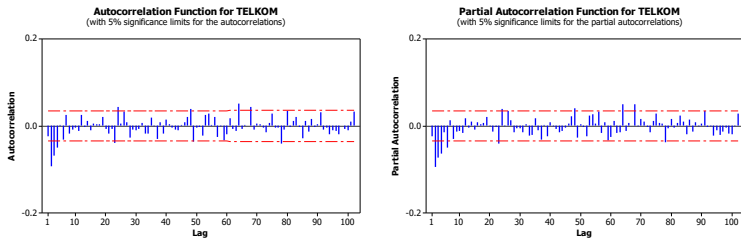
Tabel 4.8 Nilai Lambda Transformasi Box-Cox PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk.

<i>Lower</i>	<i>Upper</i>	<i>Rounded</i>
CL	CL	Value
0.29	0.44	0.37

Pada Tabel 4.8, nilai *rounded value* sebesar -0.37 maka data saham perusahaan tersebut perlu dilakukan transformasi. Langkah selanjutnya menstasionerkan data saham perusahaan terhadap *mean* dengan *differencing*. Berikut diagram ACF dan PACF ketiga perusahaan setelah stasioner dalam mean beserta model dugaan ARIMA dan pengecekan White Noise dan pengujian residual berdistribusi normal.

Identifikasi model harga saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk. dilakukan berdasarkan plot ACF dan PACF pada Gambar 4.5. Ada beberapa model dugaan yaitu ARIMA ([2],1,[2]), ARIMA ([2],1,0), ARIMA (0,1,[2]), ARIMA([3],1,[3]), ARIMA

$(0,1,[3])$, ARIMA $([3],1,0)$, ARIMA $([4],1,[4])$, ARIMA $([4],1,0)$, dan ARIMA $(0,1,[4])$.



Gambar 4.7 Plot ACF dan PACF harga saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk *Differencing*.

Sehingga model dugaan terbaik harga saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk. adalah ARIMA $([2],1,[2])$ dengan nilai parameter yang ditunjukkan oleh Tabel 4.7.

Tabel 4.9 Signifikansi Parameter ARIMA $([2],1,[2])$ PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk.

Parameter	Nilai Parameter	t	P -value
ϕ_1	-0.06794	-4.45	<0,0001
ϕ_2	0.46514	5.38	<0,0001
θ_2	0.58230	7.30	<0,0001

Selanjutnya dilakukan pengujian *white noise* pada residual model ARIMA $([2],1,[2])$ menggunakan pengujian Ljung-Box. Hasil pengujian *white noise* pada Tabel 4.10 menunjukkan bahwa residual model ARIMA $([2],1,[2])$ memenuhi asumsi *white noise*.

Tabel 4.10 Pengujian White Noise pada Residual Model ARIMA $([2],1,[2])$

Lag	X^2	P -value
12	11.06	0.2178
24	26.39	0.1918
36	39.96	0.1885

Pengujian distribusi normal pada residual model ARIMA $(2,1,[2])$ menggunakan pengujian Kolmogorov-Smirnov.

Pengujian normal menghasilkan *P-value* sebesar 0,01 lebih kecil dari taraf signifikan 5%. Sehingga asumsi residual berdistribusi normal tidak terpenuhi. Akurasi *insample* model tersebut adalah nilai AIC sebesar 34030.93 dan BIC sebesar 33894.06, MSE *outsample* sebesar 72824.22. Persamaan matematis model ARIMA (2,1,[2]) setelah dikembalikan kebentuk semula sebelum ditransformasi dapat dilihat pada persamaan (4.3).

$$\hat{Z}_t = 0.866Z_{t-1} + 0.275Z_{t-2} - 0.212Z_{t-3} + a_t - 0.338a_{t-2} \quad (4.3)$$

4.3 Pemodelan Saham dengan Metode Mixture Autoregressive

Sebelum melakukan pemodelan dengan metode MAR diperlukan untuk menguji linieritas data saham ketiga perusahaan menggunakan uji Terasvirta didapatkan *P-value* yang kurang dari taraf signifikan 5% yang disajikan pada Tabel 4.11 berikut ini.

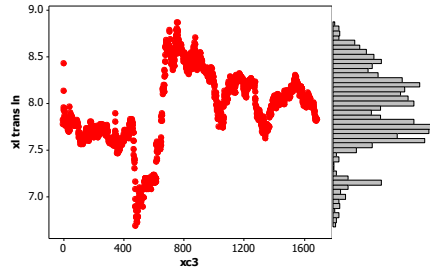
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Linieritas Terasvirta

Kode Perusahaan	<i>P-Value</i>
EXCL	2.645×10^{-5}
ISAT	0.01965
TLKM	0.005252

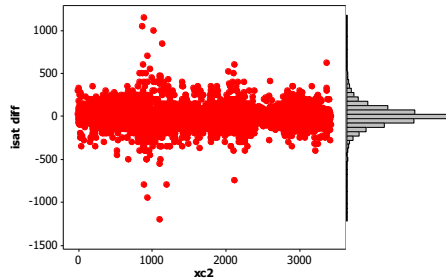
Distribusi *Mixture Autoregressive* (MAR) dipengaruhi oleh distribusi residualnya. Pada pemodelan harga saham dengan metode ARIMA dapat dilihat bahwa ketiga perusahaan memiliki residual yang tidak memenuhi asumsi normalitas. Residual yang tidak normal mengakibatkan ekor pada histogram yang tebal. Hal tersebut mempengaruhi model MAR yang terbentuk berdistribusi *Student T*.

Sebelum memulai pemodelan MAR terlebih dahulu melakukan transformasi atau *differencing* pada data harga tutup saham ketiga perusahaan. Berikut hasil differencing pada PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk. dan PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk. dan hasil transformasi pada PT. Excelcomindo Pratama Tbk. dikarenakan jika data di difference maka yang dihasilkan adalah histogram yang memiliki *skewness* ke kanan.

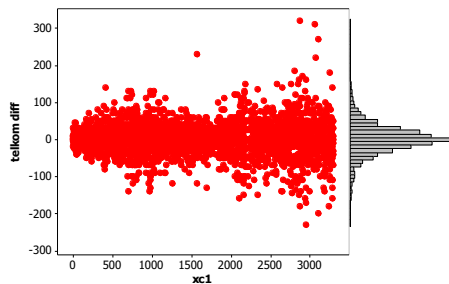
Pada Gambar 4.8, Gambar 4.9 dan Gambar 4.10 dapat dilihat *marginal plot* terdapat lebih dari satu distribusi dan ketiganya memiliki ekor histogram yang tebal yang mengindikasikan bahwa model MAR yang akan terbentuk berdistribusi *Student T*.



Gambar 4.8 *Marginal Plot* Transformasi (\ln)Data Harga Tutup Saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk.



Gambar 4.9 *Marginal Plot* Differencing Data Harga Tutup Saham PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk.



Gambar 4.10 *Marginal Plot* Differencing Data Harga Tutup Saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk.

Selanjutnya dengan menggunakan *software* R dengan *package* uGMAR. Data yang digunakan dalam pengolahan adalah data hasil transformasi dan *differencing*.

4.3.1 Model Harga Saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk

Pemodelan MAR untuk data harga saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk dengan estimasi parameter dapat dilihat pada Tabel 4.12. Ada beberapa model MAR yang terbentuk, pada Tabel 4.12 Model yang dipilih adalah model dengan nilai kriteria kebaikan model AIC dan BIC yang paling kecil dan memiliki nilai standar error yang lengkap atau tidak ada nilai standar error yang *Not a Number* (NaN).

Tabel 4.12 Hasil Estimasi Model StMAR PT. Excelcomindo Pratama Tbk

Parameter	AR1 K2		AR2 K2	
	Nilai	Standar error	Nilai	Standar error
Komponen 1				
π_1	0.9196		0.9857	
$\phi_{0,1}$	0.0638	0.00077	0.0214	NaN
$\phi_{1,1}$	0.9919	0.00012	0.9484	0.0324
$\phi_{2,1}$			0.0488	0.0325
$\phi_{3,1}$				
σ_1	0.0022	0.000077	0.0036	0.00037
v_1	0.8291	0.0270	0.8232	NaN
Komponen 2				
π_2	0.0803		0.0142	
$\phi_{0,2}$	0.00000053	0.000047	0.0119	NaN
$\phi_{1,2}$	0.9999	0.000036	0.9001	0.1788
$\phi_{2,2}$			0.0982	0.1788
$\phi_{3,2}$				
σ_2	0.00000004	0.000036	0.00079	0.0000062
v_2	2.6298	0.0571	2.3587	0.0590
AIC	-8442.883		7016.818	
BIC	-8394.033		6957.119	

Model StMAR PT. Excelcomindo Pratama Tbk yang terbentuk adalah StMAR(2;1,1). Selain karena nilai kriteria

kebaikan model yang didapat lebih kecil dari StMAR(2;2,2) dan StMAR(2;3,3) juga nilai standar error yang dihasilkan tidak ada yang bernilai *Not Available* (NA) dan NaN.

Tabel 4.13 Hasil Estimasi Model StMAR PT. Excelcomindo Pratama
Tbk (Lanjutan)

Parameter	AR3 K2	
	Nilai	Standar error
Komponen 1		
π_1	0.9945	
$\phi_{0,1}$	0.0136	0.000105
$\phi_{1,1}$	0.9623	0.0252
$\phi_{2,1}$	0.0024	0.0537
$\phi_{3,1}$	0.0335	0.0250
σ_1	0.0173	0.0026
v_1	0.9983	0.000006
Komponen 2		
π_2	0.0054	
Y_t	0.000044	0.00011
Y_{t-1}	1.4175	0.7371
Y_{t-2}	-0.0819	1.1786
Y_{t-3}	-0.3355	0.3894
σ_2	0.0143	0.0055
v_2	2.0666	0.0104
AIC	7241.791	-
BIC	7171.245	-

Berikut model StMAR(2;1,1).

$$f(X_t | F_{t-1}) = (0.919)(0.0085)(0.002^{-1})$$

$$\left(1 + (0.829 + 1 - 2)^{-1} \left(\frac{0.063Y_t - 0.991Y_{t-1}}{0.002} \right) \right)^{-\frac{1+0.829+1}{2}}$$

$$+ (0.08)(1.67)(4.36 \times 10^{-8})^{-1}$$

$$\left(1 + (2.63 + 1 - 2)^{-1} \left(\frac{(5.35 \times 10^{-7})Y_t - 0.99Y_{t-1}}{4.36 \times 10^{-8}} \right) \right)^{-\frac{1+2.63+1}{2}} \quad (4.4)$$

Untuk menghitung nilai ramalannya maka formula diatas diubah menjadi bentuk sebagai berikut.

$$Y_t = (0.919)(0.99Y_{t-1}) + (0.08)(0.99Y_{t-1}) \quad (4.5)$$

Karena sebelum melakukan analisis StMAR data harga saham pada PT. Excelcomindo Pratama Tbk ditransformasi maka model pada persamaan (4.5) dikembalikan kebentuk semula sebelum ditransformasi yang disajikan pada persamaan (4.6).

$$\hat{Y}_t = (0.919)(2.6912Y_{t-1}) + (0.08)(2.6912Y_{t-1}) \quad (4.6)$$

4.3.2 Model Harga Saham PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk.

Pemodelan StMAR untuk data harga saham PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk. dengan estimasi parameter dapat dilihat pada Tabel 4.13. Ada beberapa model MAR yang terbentuk, pada Tabel 4.13. Model yang dipilih adalah model dengan nilai kriteria kebaikan model AIC dan BIC yang paling kecil dan memiliki nilai standar error yang lengkap atau tidak ada nilai standar error yang NaN.

Model StMAR PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk yang terbentuk adalah StMAR(2;3,3). Selain karena nilai kriteria kebaikan model yang didapat lebih kecil dari StMAR(2;2,2) dan StMAR(3;2,2,2) juga nilai standar error yang dihasilkan tidak ada yang bernilai NaN. Berikut model StMAR(2;3,3).

$$f(X_t | F_{t-1}) = (0.971)(1.6)(1.8 \times 10^4)^{-1}$$

$$\left(1 + (0.915 + 3 - 2)^{-1} \left(\frac{0.0012Y_t - 0.003Y_{t-1} - 0.0035Y_{t-2} - 0.0025Y_{t-3}}{1.8 \times 10^4} \right) \right)^{-\frac{1+0.915+3}{2}} \\ + (0.028)(1.77)(4.07 \times 10^4)^{-1}$$

$$\left(1 + (4.11 + 3 - 2)^{-1} \left(\frac{-4.99Y_t + 0.162Y_{t-1} + 9.9 \times 10^{-3}Y_{t-2} - 0.308Y_{t-3}}{4.07 \times 10^4} \right) \right)^{\frac{1+4.11+3}{2}} \quad (4.7)$$

Tabel 4.14 Hasil Estimasi Model StMAR saham PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk.

Parameter	AR2 K2		AR3 K2		AR2 K3	
	Nilai	Standar error	Nilai	Standar error	Nilai	Standar error
Komponen 1						
π_1	0.954		0.971		0.930	
$\phi_{0,1}$	0.076	2.181	0.012	1.968	0.048	NA
$\phi_{1,1}$	0.024	0.022	0.031	0.021	0.024	NA
$\phi_{2,1}$	-0.035	0.022	-0.035	0.021	-0.035	NA
$\phi_{3,1}$			-0.026	0.021		
σ_1	19152.580	952.935	17962.170	187.905	19744.920	NA
v_1	0.880	0.046	0.915	0.035	0.610	NA
Komponen 2						
π_2	0.046		0.029		0.000	
$\phi_{0,2}$	-3.627	2.430	-4.994	2.442	12283.900	NA
$\phi_{1,2}$	-0.029	0.120	-0.162	0.115	0.280	NA
$\phi_{2,2}$	0.128	0.133	0.010	0.124	0.092	NA
$\phi_{3,2}$			-0.308	0.149		
σ_2	42540.480	NaN	40720.890	0.122	188.700	NA
v_2	4.000	0.385	4.107	0.323	0.306	NA
Komponen 3						
π_3					0.070	
$\phi_{0,3}$					-3.647	NA
$\phi_{1,3}$					-0.030	NA

Tabel 4.14 Hasil Estimasi Model StMAR saham PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk. (Lanjutan)

Parameter	AR2 K2		AR3 K2		AR2 K3	
	Nilai	Standar error	Nilai	Standar error	Nilai	Standar error
$\phi_{2,3}$					0.129	NA
$\phi_{3,3}$						
σ_3					61576.740	NA
v_3					3.893	NA
AIC	41825.910		41762.800		41837.820	
BIC	41893.400		41842.550		41942.110	

Untuk menghitung nilai ramalannya maka persamaan (4.7) diubah menjadi bentuk persamaan (4.8). Karena pada tahap preprocessing data harga saham PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk dengan adalah data *differencing*, maka persamaan (4.8) tidak dapat dikembalikan ke bentuk semula.

$$\hat{Y}_t = (0.971)(-0.99Y_{t-1} + 0.0035Y_{t-2} + 0.0025Y_{t-3}) \\ + (0.028)(0.162Y_{t-1} - 9.97 \times 10^{-3}Y_{t-2} + 0.308Y_{t-3}) \quad (4.8)$$

4.3.3 Model Harga Saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk.

Pemodelan StMAR untuk data harga saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk. dengan estimasi parameter dapat dilihat pada Tabel 4.14. Ada beberapa model MAR yang terbentuk, pada Tabel 4.14. Model yang dipilih adalah model dengan nilai kriteria kebaikan model AIC dan BIC yang paling kecil dan memiliki nilai standar error yang lengkap atau tidak ada nilai standar error yang NaN.

Model StMAR PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk. yang terbentuk adalah StMAR(2;3,3). Selain karena nilai kriteria kebaikan model yang didapat lebih kecil dari StMAR(2;2,2) juga nilai standar error yang dihasilkan tidak ada yang bernilai NaN.

Tabel 4.15 Hasil Estimasi Model StMAR saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk.

Parameter	AR2 K2		AR3 K2	
	Nilai	Standar error	Nilai	Standar error
Komponen 1				
π_1	0.9999		0.8625	
$\phi_{0,1}$	0.8864	0.5411	1.2437	0.7526
$\phi_{1,1}$	-0.0391	0.0199	-0.0245	0.0221
$\phi_{2,1}$	-0.1081	0.0201	-0.1091	0.0218
$\phi_{3,1}$			-0.0752	0.0219
σ_1	2350.302	399.8583	2088.244	182.0159
v_1	0.9913	0.0258	0.8540	0.0428
Komponen 2				
π_2	0.000007		0.1374	
$\phi_{0,2}$	175.9896	NaN	1.0392	1.1092
$\phi_{1,2}$	0.2544	NaN	-0.2304	0.0731
$\phi_{2,2}$	-0.9881	NaN	-0.1683	0.0947
$\phi_{3,2}$			-0.0971	0.1005
σ_2	8.9761	NaN	244.7687	40.3351
v_2	3.0253	0.2719	4.7197	0.6759
AIC	33122.34		33070.21	
BIC	33189.44		33149.51	

Berikut model StMAR(2;3,3).

$$f(Y_t | F_{t-1}) = (0.862)(1.59)(2088.24^{-1})$$

$$\left(1 + (0.85 + 3 - 2)^{-1} \left(\frac{1.24Y_t + 0.024Y_{t-1} + 0.109Y_{t-2} + 0.075Y_{t-3}}{2088.24} \right) \right)^{-\frac{1+0.85+3}{2}}$$

$$+ (0.137)(1.82)(244.76^{-1})$$

$$\left(1 + (4.71 + 3 - 2)^{-1} \left(\frac{1.03Y_t + 0.23Y_{t-1} + 0.16Y_{t-2} - 0.09Y_{t-3}}{244.768} \right) \right)^{-\frac{1+4.71+3}{2}} \quad (4.9)$$

Untuk menghitung nilai ramalannya maka persamaan (4.9) diubah menjadi bentuk persamaan (4.10). Karena pada tahap preprocessing data harga saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dengan adalah data *differencing*, maka persamaan (4.10) tidak dapat dikembalikan ke bentuk semula.

$$\hat{Y}_t = (0.862)(-0.02Y_{t-1} - 0.109Y_{t-2} - 0.075Y_{t-3}) + (0.137)(-0.23Y_{t-1} - 0.168Y_{t-2} + 0.097Y_{t-3}) \quad (4.10)$$

4.4 Perbandingan Model ARIMA dan MAR

Berdasarkan pembahasan dari kedua metode yang digunakan untuk pemodelan harga saham ketiga perusahaan maka didapatkan hasil pengukuran MSE, AIC dan BIC yang digunakan untuk memilih model yang terbaik. Perbandingan nilai kriteria kebaikan model dapat dilihat pada Tabel 4.16.

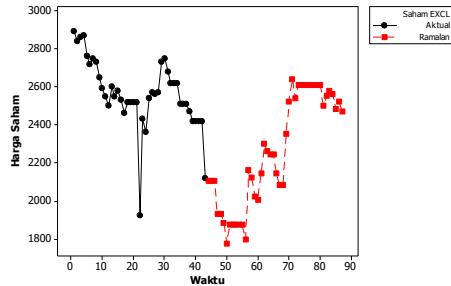
Tabel 4.16 Perbandingan MSE, AIC dan BIC pada Metode ARIMA dan MAR

Metode	Kebaikan Model	EXCL	ISAT	TLKM
ARIMA	MSE	523623.9	5089860	144329.6
	AIC	36812.06	43447.35	34030.93
	BIC	34029.26	43445.36	33894.06
MAR	MSE	1369.271	54.02107	54.75952
	AIC	-8442.88	41762.80	33070.21
	BIC	-8394.03	41842.55	33149.51

Dari Tabel 4.15 ukuran kriteria diatas tampak bahwa berdasarkan ukuran AIC model MAR pada ketiga perusahaan lebih baik jika dibandingkan dengan model ARIMA. Berdasarkan ukuran BIC model MAR pada ketiga perusahaan lebih baik jika dibandingkan dengan model ARIMA. Begitu juga ukuran MSE pada metode MAR yang dihasilkan bernilai lebih kecil dari metode ARIMA untuk ketiga perusahaan.

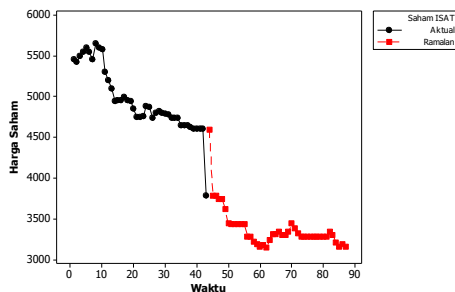
Dengan mempertimbangkan banyaknya parameter yang diestimasi maka pengambilan keputusan mengenai model terbaik

sebaiknya menggunakan ukuran BIC. Selanjutnya model yang terbaik yaitu model StMAR akan diterapkan dalam mengambil keputusan mengenai menjual atau membeli saham berdasarkan ramalan.



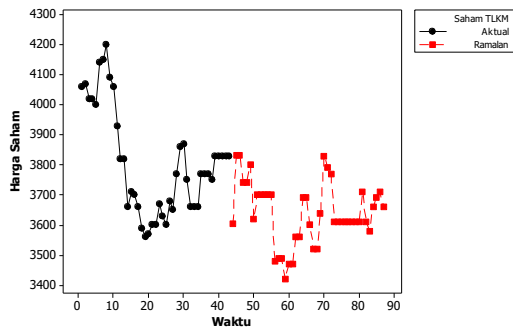
Gambar 4.11 Ramalan Harga Saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk

Berdasarkan ramalan harga saham untuk periode dua bulan kedepan yaitu untuk bulan Mei sampai Juni tahun 2018 dapat dilihat pada Gambar 4.11. Data ramalan harga saham mengalami kenaikan hingga periode akhir bulan juni maka keputusan yang diambil untuk periode 2 bulan kedepan adalah membeli saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk. diawal bulan Mei 2018 untuk memperoleh keuntungan yang lebih tinggi.



Gambar 4.12 Ramalan Harga Saham PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk

Berdasarkan ramalan harga saham untuk periode dua bulan kedepan yaitu untuk bulan Mei sampai Juni tahun 2018 dapat dilihat pada Gambar 4.12. Data ramalan harga saham mengalami penurunan hingga periode akhir bulan juni maka keputusan yang diambil untuk periode 2 bulan kedepan adalah menjual saham PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk secepatnya diawal bulan mei 2018 agar pemegang saham tidak rugi terlalu banyak.



Gambar 4.13 Ramalan Harga Saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk.

Berdasarkan ramalan harga saham untuk periode dua bulan kedepan yaitu untuk bulan Mei sampai Juni tahun 2018 dapat dilihat pada Gambar 4.13. Data ramalan harga saham mengalami penurunan hingga periode awal bulan juni kemudian harga kembali naik seperti semula maka keputusan yang diambil untuk periode 2 bulan kedepan adalah menjual atau menyimpan saham untuk memperoleh keuntungan yang lebih tinggi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

8.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada pemodelan harga saham dari ketiga perusahaan telekomunikasi dengan metode ARIMA didapatkan hasil bahwa harga saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk. adalah ARIMA $([5],1,0)$, PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk. adalah ARIMA $([3,4],1,0)$ dan PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk. adalah ARIMA $(2,1,[2])$
2. Dengan metode ARIMA dapat dilihat bahwa ketiga perusahaan memiliki distribusi residual yang tidak memenuhi asumsi normalitas. Sehingga model yang terbentuk adalah MAR dengan *Student T* sebagai distribusi error atau dapat disebut juga StMAR. Pemodelan dengan metode StMAR didapatkan hasil bahwa harga saham PT. Excelcomindo Pratama Tbk. adalah StMAR $(2;1,1)$, PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk. dan PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk. adalah StMAR $(2;3,3)$.
3. Pengambilan keputusan mengenai membeli atau menjual saham pada seksi pembukaan harga saham pada periode 2 bulan kedepan yaitu bulan Mei dan Juni 2018 maka keputusan yang diambil berdasarkan metode StMAR pada PT. Excelcomindo Pratama Tbk. disarankan untuk membeli saham diawal bulan Mei 2018, pada PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk. disarankan untuk menjual saham diawal bulan mei 2018 dan untuk PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk

adalah menjual atau menyimpan saham untuk memperoleh keuntungan yang lebih tinggi.

8.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh, dapat dirumuskan saran sebagai pertimbangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Untuk dapat meramalkan beberapa langkah atau n langkah kedepan diharapkan untuk mengagregasi data sebanyak n data.
2. Jika ingin memforecast beberapa langkah atau n langkah kedepan dengan metode StMAR diharapkan pembaca mempertimbangkan apakah n hasil forecast mengikuti komponen terakhir pada data atau mengikuti komponen yang lainnya.
3. Diharapkan pembaca untuk menindak lanjuti penelitian dengan menggunakan MAR dengan residual yang berdistribusi selain Normal dan Student T.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmadji, Tjiptono dan Hendy M. Fakhruddin (2001), *Pasar Modal di Indonesia*, Jakarta: Salemba Empat.
- Dempster, A. P., Laird, N. M. dan Rubin, D. B., (1977), Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm (with discussion). *Journal of the Royal statistical Society Series B* 39, 1-38.
- Frühwirth-Schnatter, S. (2006). *Finite Mixture and Markov Switching Models*. Austria: Springer Science.
- Hanke, J.E. dan Wichern, D.W.(2005). *Business Forecasting*, 8th ed. New Jersey : Pearson Prentice Hal.
- Iriawan, N., (2001), Studi Tentang Bayesian Mixture Normal dengan Menggunakan Metode *Markov Chain Monte Carlo (MCMC)*, Laporan Penelitian Jurusan Statistika ITS, Surabaya.
- Jayadi M., Iriawan N., dan Suhartono (2008), *Pemodelan Harga Saham Beberapa Perusahaan Telekomunikasi dengan Model Mixture Autoregressive Panel (MARP)*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Lanne, M. dan Saikkonen, P., (2005), *On Mixture Autoregressive Models*, Technical Report, University of Helsinki
- Le, N. D., Martin, R. D. dan Raftery, A. E., (1996), Modeling flat stretches, bursts, and outliers in time series using mixture transition distribution models, *Journal of the American Statistical Association* 91, 1504-1514
- Meitz, M., Preve, D., & Saikkonen, P. (2018). *A Mixture Autoregressive Model Based on Student T Distribution*. Finlandia: University of Helsinki.

- Miftahurrohman, B., Iriawan, N. dan Fithriasari, K., (2017), Analisis Risiko Investasi Saham Syariah Menggunakan Metode Value At Risk Dengan Pendekatan Bayesian Mixture Laplace Autoregressive (MLAR), Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Nguyen, H. D., McLachlan, G. J., Orban, P., Bellec, P., & Janke, A. L. (2016). *Maximum Pseudolikelihood Estimation for Model-Based Clustering of Time Series Data*. Canada: Universitaire de Geriatrie de Montreal.
- Terasvirta, T., Lin, C.-F. & Granger, C. W., (1993). *Power of The Neural Network Linearity Test. Journal of Time Series Analysis*, Volume 14, pp. 209-220.
- Wei, W. W. S., (1990). *Time Series Analysis, Univariate and Multivariate Methods*. Addison-Wesley Publishing Co. Inc.
- Wu, B. & Chang, C. L. (2002). *Using Genetic Algorithms to Parameter (d,r) Estimation For Threshold Autoregressive Model. Computational Statistics And Data Analysis*, Volume 38, pp. 315-330
- Wong, C. S. dan Li, W. K., (2000), On a mixture autoregressive model, *Journal of the Royal Statistical Society Series B* 62, 95-115

Lampiran 1. Syntax SAS Metode ARIMA

```
data Saham;
input y;
datalines;
825
825
830
840
870
880
860
855
855
870
855
870
860
.
.
.
.
4010
4030
4030
4020
4000
;
proc arima data=Saham;
identify var=y(1);
estimate p=(1,2) q=(1,2) method=cls noconstant;
forecast lead=43 out=out2;
run;
proc univariate data=out2 normal;
var residual;
run;
```

Lampiran 2. Syntax R Metode Student T MAR

```

dataXL=read.csv('D:/kuliah/1. TA beneran/data/fix awal IPO/coba UGMAR XL.csv')
dataXLdiff=read.csv('D:/kuliah/1. TA beneran/data/fix awal IPO/coba UGMAR XL
diff.csv')
dataISAT=read.csv('D:/kuliah/1. TA beneran/data/fix awal IPO/coba UGMAR
INDOSAT.csv')
dataISATdiff=read.csv('D:/kuliah/1. TA beneran/data/fix awal IPO/coba UGMAR
INDOSAT diff.csv')
dataTLKM=read.csv('D:/kuliah/1. TA beneran/data/fix awal IPO/coba UGMAR
TELKOM.csv')
dataTLKMdiff=read.csv('D:/kuliah/1. TA beneran/data/fix awal IPO/coba UGMAR
TELKOM diff.csv')
#XL
XLasli=dataXL[,1]
XLtransLOG=dataXL[,2]
XLtransLN=dataXL[,3]
#ISAT
ISATasli=dataISAT[,1]
ISATtrans=dataISAT[,2]
#TLKM
TLKMasli=dataTLKM[,1]
TLKMtrans=dataTLKM[,2]
#ST-GMAR XL
fitGMAR(XLasli, 1, 2, StMAR=TRUE, runTest=FALSE, printRes=FALSE)
fitGMAR(XLtransLOG, 1, 2, StMAR=TRUE, runTest=FALSE, printRes=TRUE)
A=fitGMAR(XLtransLN, 2, 2, StMAR=TRUE, runTest=FALSE, printRes=TRUE)
fitGMAR(dataXLdiff, 1, 2, StMAR=TRUE, runTest=FALSE, printRes=TRUE)
#ST-GMAR ISAT
fitGMAR(ISATasli, 1, 2, StMAR=TRUE, runTest=FALSE, printRes=FALSE)
fitGMAR(ISATtrans, 1, 2, StMAR=TRUE, runTest=FALSE, printRes=FALSE)
y=fitGMAR(dataISATdiff, 1, 2, StMAR=TRUE, runTest=FALSE, printRes=TRUE)
#ST-GMAR TLKM
fitGMAR(TLKMasli, 1, 2, StMAR=TRUE, runTest=FALSE, printRes=FALSE)
fitGMAR(TLKMtrans, 1, 2, StMAR=TRUE, runTest=TRUE, printRes=FALSE)
hasil=fitGMAR(dataTLKMdiff, 2, 2, StMAR=TRUE, runTest=TRUE,
printRes=FALSE)
## SIMPAN OUTPUT
out=capture.output(A)
cat("coba1",out,file="D: /XL TRANS AR1 K2.txt",sep=#13,append=TRUE)
out=capture.output(A)

```

Lampiran 3. Output StMAR(2;1,1) PT. Excelcomindo Pratama Tbk.

```

$estimates [1] 6.380141e-02 9.919686e-01 2.260485e-03 5.346639e-07
9.999999e-01 4.356494e-08 [7] 8.291012e-01 2.629851e+00 4.351672e+00
$stdErrors [1] 7.716782e-04 1.278769e-04 7.786779e-05 4.757559e-05
3.694423e-05 3.693014e-05 [7] 2.705736e-02 5.718988e-02 2.623819e-01
$loglikelihood [1] 4230.442
$IC      AIC      BIC      HQIC
1 -8442.883 -8394.033 -8424.789
$quantileResiduals [1] 1.351264106 1.640800253 1.598833516 -
3.619645790 -2.543510693 [6] 1.371433743 -1.457519073
0.304246134 -1.737204284 -0.897791175
.
.
[1676] -0.916161159 -1.203373625 0.662561522 -0.137680146 -
0.137680146 [1681] -0.137680146 -0.137680146
$mixingWeights [1] [2] [1,] 0.9140909 0.08590906 [2,] 0.9501542
0.04984583 [3,] 0.9452605 0.05473950 [4,] 0.8852026 0.11479744
[5,] 0.9465529 0.05344711
.
.
[1680,] 0.9196000 0.08039997 [1681,] 0.9196000 0.08039997 [1682,]
0.9196000 0.08039997
$allEstimates $allEstimates[[1]] [1] 0.004976352 0.999364633
0.051448317 -0.621604239 0.022974465 [6] 1.245661033
0.617730526 2.022258811 351.083813824 $allEstimates[[2]] [1]
1.050071e-02 9.986860e-01 5.144096e-03 1.165822e-04 9.999839e-01
1.103840e-06 [7] 7.718110e-01 2.269672e+00 2.999993e+02
.
.
$allEstimates[[15]] [1] 8.232349e-01 8.972279e-01 7.394891e-04 -
1.212560e+01 -5.579240e-01 [6] 3.197055e+00 1.000000e+00
1.164544e+01 7.068533e+00 $allEstimates[[16]] [1] 0.005020717
0.999359073 0.045406968 -1.395388914 0.037175998 0.028525700 [7]
0.501690306 2.025170800 97.372344584 $allLoglikelihoods [1]
3454.142 3695.598 3453.976 3452.109 3454.253 4230.442 3454.140
3454.290 [9] 3454.278 3490.825 3448.228 1755.958 3451.867 3522.047
2746.103 3454.095
$converged [1] FALSE FALSE TRUE TRUE FALSE TRUE TRUE
TRUE FALSE FALSE TRUE TRUE TRUE [14] FALSE TRUE FALSE

```

Lampiran 4. Output StMAR(2;3,3) PT. Indonesian Satellite Corporation Tbk

```

Sestimates [1] 1.244859e-02 3.058568e-02 -3.528779e-02 -2.552257e-02
1.796217e+04 [6] -4.994013e+00 -1.615614e-01 9.969180e-03 -
3.083974e-01 4.072089e+04 [11] 9.149091e-01 4.106527e+00
2.050788e+00
$stdErrors [1] 1.96838335 0.02096392 0.02074046 0.02112548
187.90513140 2.44247515 [7] 0.11480703 0.12384338 0.14909049
NaN 0.03485963 0.32294307 [13] 0.01875220
$loglikelihood [1] -20868.4
$IC
AIC BIC HQIC 1 41762.8 41842.55 41791.3
$quantileResiduals [1] -6.526627e-01 -6.572904e-02 1.342826e+00
8.137481e-01 -2.619373e-01 [6] -7.491676e-01 1.838546e+00
2.380806e+00 2.736745e-01 -5.218151e-01 [11] -2.362743e-01 -
5.651310e-01 -3.333349e-01 6.176448e-01 1.462254e+00
.
.
.
[3406] -6.293465e-01 -1.770373e-01 -1.253640e+00 -1.159942e+00 -
9.747695e-03
$mixingWeights [,1] [,2]
[1,] 0.8701068 0.129893233 [2,] 0.9022791 0.097720943 [3,] 0.7233141
0.276685946 [4,] 0.9531032 0.046896825
.
.
.
3409,] 0.9048213 0.095178689 [3410,] 0.9714032 0.028596787
$allEstimates
$allEstimates[[1 [1] -2.100006e+04 2.495217e-02 -3.518487e-02 -
1.292336e-01 8.506577e+01 [6] -1.188831e+01 1.239965e-02
1.434386e-03 -1.242802e-02 8.221060e+01 [11] 6.670072e-01
3.220757e+02 2.000002e+00
.
.
.
$allEstimates[[15 [1] 9.114613e+03 3.854123e-01 9.243003e-02
5.380012e-02 3.400697e+02 [6] 5.063016e-02 1.764818e-02 -2.876684e-
02 -3.784735e-02 3.297933e+04

```

```

[11] 8.052591e-01 5.544325e+01 2.554422e+00$allEstimates[[16 [1] -
5.0868717 0.3679299 0.3171683 0.3115450 13.6775639 [6]
17458.2472320 0.0481330 -0.0562786 0.1525732 100.1500665
[11] 0.6559919 2.0000000 237.1693987
$allLoglikelihoods
[1] -21608.77 -21608.89 -21490.77 -21608.85 -20868.40 -21609.51 -
20898.78 [8] -21647.26 -21491.24 -21609.30 -21492.51 -21491.55 -
21490.08 -21647.20 [15] -20899.08 -21494.62
$converged [1] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE [16] TRUE

```

Lampiran 5. Output StMAR(2;3,3) PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk

```

$estimates [1] 1.24374987 -0.02454392 -0.10915604 -0.07519556
2088.24359861 [6] 1.03923753 -0.23044166 -0.16831963 -
0.09711188 244.76870085 [11] 0.85409041 4.71970856 250.75260026
$stdErrors [1] 0.75264501 0.02216141 0.02183587 0.02195725
182.01586979 1.10925653 [7] 0.07314617 0.09477226 0.10050622
40.33514985 0.04283601 0.67592560 [13] 156.76794667 $loglikelihood
[1] -16522.11 $IC AIC BIC HQIC 1 33070.21 33149.51 33098.6
$quantileResiduals [1] 0.5028492062 -0.5930973779 -0.1674710082 -
0.1823503889 0.5287712506 [6] -0.7071484041 0.6670498760 -
0.4589182040 -0.0870041007 -0.3144452308
.
.
.
[3286] 0.4478313502 -0.4029311044 -0.6893753254 -1.7377539617 -
0.8831880418 [3291] -0.0603883908 0.5056306997 -0.0051509006
$mixingWeights [1] [2] [1,] 0.7790579 2.209421e-01 [2,]
0.8298669 1.701331e-01 [3,] 0.7858750 2.141250e-01 [4,] 0.5588248
4.411752e-01
.
.
.
[3292,] 0.9999465 5.347022e-05 [3293,] 0.8625428 1.374572e-01
$allEstimates $allEstimates[[1]] [1] -569.86572415 -0.06602940 -
0.13379083 -0.15103649 26.64321036 [6] 1.13963981 -0.04497990
-0.11283757 -0.07670826 2477.37524826 [11] 0.87580512
296.21129339 3.00853480
.
.
.
$allEstimates[[16]] [1] 1792.29137664 0.00868391 0.14644670 -
0.14051916 5.52637253 [6] 1.14930918 -0.04507465 -0.11296898 -
0.07688509 2546.01601617 [11] 0.74071634 315.11805081
2.96998846
$allLoglikelihoods [1] -16534.29 -16534.29 -16534.29 -17190.55 -
16534.31 -16534.29 -16534.29 [8] -17190.65 -16522.11 -17190.74 -
17190.55 -16534.29 -16534.29 -17206.79 [15] -16534.29 -16534.30
$converged [1] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE
FALSE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE [14] TRUE TRUE TRUE

```

BIODATA PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Dwilaksana Abdullah Rasyid dilahirkan di Kota Surabaya pada 28 Mei 1996. Penulis menempuh pendidikan formal di SD Muhammadiyah 4 Surabaya, SMPN 30 Surabaya, dan SMAN 20 Surabaya. Kemudian penulis diterima sebagai Mahasiswa Departemen Statistika ITS melalui jalur SBMPTN pada tahun 2014. Selama masa perkuliahan, penulis aktif di berbagai kepanitiaan salah satunya adalah ketua pelaksana *Fotografi Expo* (FOX) 2016 yang merupakan lomba, seminar dan pameran tentang fotografi setara nasional yang terbuka untuk umum. Selain itu, penulis juga aktif dalam organisasi yang menaungi kegiatan fotografi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember yaitu UKAFO-ITS sebagai anggota 2014/2015, staff hubungan luar UKAFO-ITS 2015/2016 dan wakil ketua UKAFO-ITS 2016/2017. Selama menjalani masa perkuliahan, penulis juga aktif menulis karya tulis ilmiah dan sempat menjadi finalis PKM Pengabdian Masyarakat yang diselenggarakan oleh DIKTI.. Penulis juga pernah diberi kesempatan menjadi asisten dosen mata kuliah Teknik Simulasi dan Analisis Data I serta telah mengikuti beberapa kegiatan *survey* sebagai pengaplikasian ilmu statistika. Pada bidang praktisi, penulis pernah diberi kesempatan untuk menjadi *volunteer* pada perusahaan jasa transportasi online yaitu UBER Surabaya. Apabila pembaca ingin memberi kritik dan saran serta diskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini, dapat menghubungi penulis melalui email dwilaksana96@gmail.com atau nomor telepon 08996222821.